

PROJECTE O TESINA D'ESPECIALITAT

Títol

**PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE
LEIXÕES (PORTO, PORTUGAL)**

Autor/a

ELISA ROMERO PASCUAL

Tutor/a

XAVIER GIRONELLA COBOS

FRANCISCO TAVEIRA PINTO

Departament

ENGINYERIA HIDRÀULICA, MARÍTIMA I AMBIENTAL

Intensificació

ENGINYERIA MARÍTIMA

Data

MAYO 2014

**PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO
DE LEIXÕES**

DOCUMENTO NÚMERO 1

MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.	LOCALIZACIÓN.....	5
1.2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	6
2.	OBJETO DEL PROYECTO	6
3.	CONDICIONES LOCALES DE LA OBRA.....	6
3.1.	TOPOGRAFÍA	6
3.2.	GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA.....	7
4.	CLIMA MARÍTIMO Y PROPAGACIÓN.....	7
4.1.	CARACTERIZACIÓN DEL OLAJE	7
4.1.1.	Fuentes de datos.....	7
4.1.2.	Régimen medio de oleaje en aguas profundas	7
4.1.3.	Régimen extremal del oleaje en aguas profundas	8
4.1.4.	Propagación del oleaje.....	9
5.	BASES DE DISEÑO.....	10
5.1.	CÁLCULO DEL PERIODO DE RETORNO	10
6.	ESTUDIO DE AGITACIÓN	11
7.	ESTUDIO DE MANIOBRABILIDAD	14
8.	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS	15
8.1.	ALTERNATIVAS EN SECCIÓN.....	15
8.2.	ALTERNATIVAS EN PLANTA	15
8.2.1.	Alternativa 1: PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO	16
8.2.2.	Alternativa 2. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO	17

8.2.3. Alternativa 3. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.....	17
8.2.4. Alternativa 4. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.....	18
8.2.5. Análisis multicriterio	18
8.3. MATERIALES A EMPLEAR.....	19
9. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	19
10. DINÁMICA LITORAL.....	20
11. ESTUDIO DE CANTERAS.....	21
12. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	22
13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	23
14. PLAZO DE EJECUCIÓN	23
15. PROGRAMA DE TRABAJO.....	23
16. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	24
17. REVISIÓN DE PRECIOS.....	24
18. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	24
19. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	25
20. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	25
21. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO	26

1. INTRODUCCIÓN

1.1.LOCALIZACIÓN

El puerto de Leixões se encuentra en la región Norte de Portugal, en el municipio de Matosinhos, a aproximadamente 4 km de la ciudad de Oporto, la segunda ciudad más poblada de Portugal.



Figura 1: Localización de la zona de estudio

Debido a su proximidad con el Aeropuerto Internacional Francisco Sá Carneiro, se encuentra en una zona de gran actividad poblacional e industrial. Está delimitado por el Sur por la playa de Matosinhos, con gran actividad turística y elevada presencia de escuelas de surf y aficionados a este deporte.

1.2.SITUACIÓN ACTUAL

Tras el inicio de su construcción en 1883, el puerto ha experimentado diversas ampliaciones y remodelaciones hasta alcanzar la configuración actual.

Con tres terminales, dos muelles, una dársena, un puerto de pesca e instalaciones especializadas, representa el 25% del comercio internacional portugués y mueve cerca de 14 millones de toneladas de mercancías por año, por tanto es uno de los puertos más competitivos y polivalentes del país. Se beneficia de una localización estratégica con buen acceso viario y ferroviario y de un hinterland rico en industria y comercio, teniendo una posición privilegiada en el sistema portuario europeo.

2. OBJETO DEL PROYECTO

Durante los últimos años, se ha detectado un problema de agitación interior en el puerto de Leixões. Este problema afecta gravemente al atraque A del terminal de petroleros, cuya operatividad se ve muy comprometida en buena parte del año.

El presente proyecto tiene por objetivo la descripción y valoración de las obras a realizar para la ampliación del Puerto de Leixões en Portugal. Destacan los siguientes objetivos principales

- Proponer, valorar y analizar distintas alternativas, en planta y sección, para solucionar el problema de agitación en los periodos de temporales a los que se ve sometido el puerto.
- Elegir la alternativa más adecuada, teniendo en cuenta criterios funcionales, constructivos, económicos y ambientales.
- Definición a nivel de proyecto de la alternativa elegida.

3. CONDICIONES LOCALES DE LA OBRA

3.1.TOPOGRAFÍA

La información topográfica y batimétrica utilizada en el presente proyecto queda recogida en el Anejo 02. Batimetría.

3.2.GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

El puerto de Leixões pertenece a la región geológica llamada Zona Centro Ibérica, cuyo material predominante es el granito. Además, los materiales hallados en los alrededores del puerto corresponden a granitos de grano fino y arenas de playa, típico material que conforma la costa portuguesa.

Toda la información geológica y geotécnica de este proyecto, se recoge en el Anejo 03. Geología del presente proyecto.

4. CLIMA MARÍTIMO Y PROPAGACIÓN

Se ha analizado el clima marítimo a partir de datos tomados por la boya más cercana al puerto de Leixões en los últimos años. Mediante esta caracterización se definen los oleajes de cálculo para el diseño de las infraestructuras que conforman el proyecto de ampliación del puerto de Leixões.

4.1.CARACTERIZACIÓN DEL OLAJE

4.1.1. Fuentes de datos

El análisis del clima marítimo asociado al oleaje tiene como objetivo definir las condiciones de oleaje medio y extremal que afectan a la zona de estudio.

En el caso de estudio, se han utilizado una boya del Instituto Hidrográfico Marinha Portugal que midió a la profundidad, posición y periodo de tiempo que se muestra en la tabla 1.

	Periodo medición	Latitud	Longitud	Profundidad
Boya Leixões	Enero 2003 - Agosto 2013	41°19'00"N	8°59'00"O	83 m

Tabla 1: Características boya Leixões

La boya se encuentra a aproximadamente 28 km del puerto de Leixões.

4.1.2. Régimen medio de oleaje en aguas profundas

La distribución sectorial del oleaje queda caracterizada mediante las rosas de oleaje anuales que se muestran en el Anejo 04. Clima marítimo, que discretizan los datos en

clases de direcciones y alturas de ola.

Para caracterizar el régimen medio, los datos se han ajustado a una función de distribución de Weibull triparamétrica.

La frecuencia de aparición en la zona de estudio se representa en la figura 2.

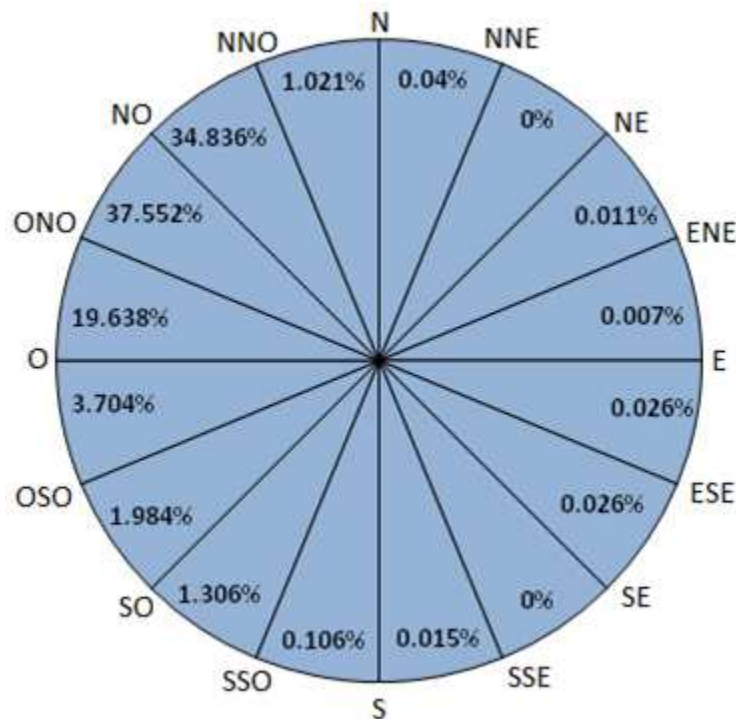


Figura 2: Porcentajes de aparición en el periodo 2003-2013

Los oleajes con mayor probabilidad de presentación, en la zona de estudio son aquellos provenientes del E-NNE.

4.1.3. Régimen extremal del oleaje en aguas profundas

El método empleado para realizar el análisis estadístico de extremos es el Método de los Máximos Relativos o POT (Peak Over Threshold Method). Está basado en la consideración de los temporales independientes cuya altura de ola significativa, H_s , supere un cierto umbral. Una vez se han seleccionado estos temporales, a partir de una función estadística de extremos, se calcula la probabilidad de que la altura de ola supere cierto valor. Con la función de probabilidad definida, se obtiene la altura de ola en función del periodo de retorno para las dos distribuciones consideradas.

	PERIODO DE RETORNO										
H(m)	5	10	15	25	37	50	70	100	112	200	500
Gumbel	8.00	8.63	8.99	9.44	9.80	10.07	10.37	10.69	10.77	11.31	12.14
Weibull	8.41	9.14	9.56	10.09	10.49	10.80	11.15	11.51	11.62	12.21	13.13

Tabla 2: Altura de ola significativa en función del periodo

Aplicando los coeficientes de direccionalidad, se obtiene la altura de ola para cada periodo de retorno y para cada dirección de incidencia del oleaje:

	PERIODO DE RETORNO										
	5	10	15	25	37	50	70	100	112	200	500
	8.413	9.139	9.561	10.090	10.494	10.803	11.147	11.510	11.626	12.214	13.137
N	0.695	0.755	0.790	0.834	0.867	0.892	0.921	0.951	0.960	1.009	1.085
NNE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NE	1.244	1.351	1.413	1.492	1.551	1.597	1.648	1.702	1.719	1.805	1.942
ENE	1.271	1.381	1.445	1.524	1.585	1.632	1.684	1.739	1.756	1.845	1.985
E	1.225	1.331	1.393	1.470	1.528	1.573	1.624	1.676	1.693	1.779	1.913
ESE	1.363	1.480	1.549	1.634	1.700	1.750	1.805	1.864	1.883	1.978	2.128
SE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SSE	2.048	2.225	2.328	2.457	2.555	2.630	2.714	2.802	2.831	2.974	3.199
S	2.588	2.811	2.941	3.104	3.228	3.323	3.429	3.541	3.576	3.757	4.041
SSO	5.030	5.464	5.716	6.032	6.273	6.458	6.664	6.881	6.950	7.302	7.854
SO	5.039	5.474	5.726	6.043	6.285	6.470	6.676	6.894	6.963	7.315	7.868
OSO	6.858	7.451	7.795	8.226	8.555	8.806	9.087	9.383	9.477	9.957	10.710
O	7.599	8.255	8.636	9.114	9.479	9.758	10.068	10.397	10.501	11.032	11.866
ONO	8.413	9.139	9.561	10.090	10.494	10.803	11.147	11.510	11.626	12.214	13.137
NO	7.764	8.434	8.823	9.311	9.684	9.969	10.286	10.622	10.728	11.271	12.123
NNO	3.466	3.765	3.939	4.157	4.323	4.450	4.592	4.742	4.789	5.031	5.412

Tabla 3: Altura de ola significativa direccional en función del periodo de retorno

4.1.4. Propagación del oleaje

El estudio de propagación analiza la evolución del oleaje registrado en profundidades indefinidas conforme se aproxima a la zona de interés del proyecto.

En este caso, se ha propagado desde los 83 metros de profundidad a los que se encuentra la boya hasta los 17 metros de profundidad a los que se encuentra el pie de la estructura.

Los resultados obtenidos para el periodo de retorno de 112 años calculado en el Anejo 06. Bases de diseño, son:

	Hs	Tm	Tp	Lm
SSO	4.596	9.321	10.719	120.366
SO	5.427	10.129	11.648	130.805
OSO	8.446	12.636	14.531	163.176
O	9.631	13.493	15.517	174.243
ONO	10.278	13.939	16.030	180.008
NO	7.891	12.214	14.046	157.729
NNO	2.049	6.223	7.156	80.364

Tabla 4: Características del oleaje propagado

5. BASES DE DISEÑO

Para poder definir la alternativa de proyecto para la ampliación del Puerto de Leixões, es necesario establecer unos criterios de proyecto que respondan a los requisitos de seguridad, servicio y explotación del puerto. Estos requisitos se traducen en niveles de fiabilidad, funcionalidad y operatividad que la obra en su conjunto (y todos sus tramos o elementos) debe verificar en todas las fases de proyecto.

En el *Anejo 06. Bases de diseño*, se incluye una extensa explicación de las hipótesis básicas seguidas para realizar los cálculos, en la que se ha tenido en cuenta las recomendaciones de la ROM.

5.1. CÁLCULO DEL PERIODO DE RETORNO

El nivel de riesgo (E) y la vida útil (L) de la obra son los dos parámetros necesarios para el cálculo del periodo de retorno. Existen dos formas de calcular el periodo de retorno: según la ROM 0.2-90, que se basa en un diseño determinista, y según la ROM 0.0, que se basa en un diseño probabilista que tiene en cuenta criterios sociales, ambientales y económicos. Se ha decidido seguir las especificaciones de la ROM 0.0.

$$T_R = -\frac{L}{\ln(1-E)}$$

Para calcular el nivel de riesgo y la vida útil se deben calcular 2 indicadores que establecen el carácter general de la obra, el Índice de Repercusión Económica (IRE) y el Índice de repercusión Social y Ambiental (ISA).

Para el cálculo del IRE, se consideran los siguientes factores:

- Obra de ámbito Local
- Importancia relevante para el sistema económico y productivo
- Importancia de la obra relevante para el sistema económico y productivo al que sirve.

Se obtiene con ello que el Índice de Repercusión Económica toma un valor de 8.3, que se considera de **repercusión económica media**.

- Para el cálculo del ISA, se consideran los siguientes factores:
- Posibilidad y alcance de pérdida de vidas humanas: Baja
- Daños en el medio ambiente y en el patrimonio histórico artístico: Remoto
- Subíndice de alarma social: Remoto

Se obtiene con ello que el Índice de Repercusión Social y ambiental toma un valor de 3 y por tanto, la obra se puede clasificar como una **obra sin repercusión social y ambiental significativa**.

A partir de estos valores del IRE y del ISA se obtiene una vida útil de 25 años y un nivel de riesgo de 0.2.

Con todo ello, el periodo de retorno obtenido es de 112 años.

6. ESTUDIO DE AGITACIÓN

La elevada agitación interior en el puerto de Leixões, y en especial en atraque A de la terminal de petroleros, ha motivado la realización del proyecto debido a las pérdidas económicas que la inutilización de dicho atraque conlleva. Es por eso, que es necesario un exhaustivo análisis de agitación para varias alternativas de forma que sea posible determinar cuál de ellas reduce en mayor proporción la agitación.

Para el estudio de agitación, se han considerado las siguientes alternativas:

- **Alternativa 1:** Prolongación del dique 200 metros y con un ángulo abierto de 30 grados.
- **Alternativa 2:** Prolongación del dique 300 metros y con un ángulo abierto de 30 grados.

- **Alternativa 3:** Prolongación del dique 200 metros y con un ángulo cerrado de 30 grados.
- **Alternativa 4:** Prolongación del dique 300 metros y con un ángulo cerrado de 30 grados.
- **Alternativa 5:** Prolongación del dique 200 metros sin variar la dirección.
- **Alternativa 6:** Prolongación del dique 300 metros sin variar la dirección.

Tras realizar el estudio de agitación a partir de las recomendaciones del Shore Protection Manual, se obtienen los siguientes valores de altura de ola en el atraque A.

	H_{p3}					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
SSO	0.419155	0.394107	1.149	0.59145	0.514752	0.514752
SO	0.350584	0.322907	0.86832	0.395839	0.477576	0.455868
OSO	0.465375	0.468753	1.01352	0.684815	0.810816	0.67568
O	0.475771	0.500812	1.05941	0.734629	0.77048	0.693432
ONO	0.507733	0.494372	1.13058	0.836647	0.82224	0.740016
NO	0.299858	0.31564	0.7891	0.448329	0.505024	0.568152
NNO	0.054503	0.049176	0.14343	0.011756	0.073764	0.08196

Tabla 5: Valores de agitación en el Atraque A para cada alternativa

Por tanto, se presenta una clasificación de las opciones consideradas, ordenadas de más favorable a menos favorable.

1. Prolongación del dique 300 metros, con un ángulo abierto de 30°.
2. Prolongación del dique 200 metros, con un ángulo abierto de 30°.
3. Prolongación del dique 300 metros, con un ángulo cerrado de 30°.
4. Prolongación del dique 200 metros, con un ángulo cerrado de 30°.
5. Prolongación del dique 300 metros sin cambiar de dirección.
6. Prolongación del dique 200 metros sin cambiar de dirección.

En las figuras 3, 4 y 5 se puede ver un esquema de las alternativas mencionadas.

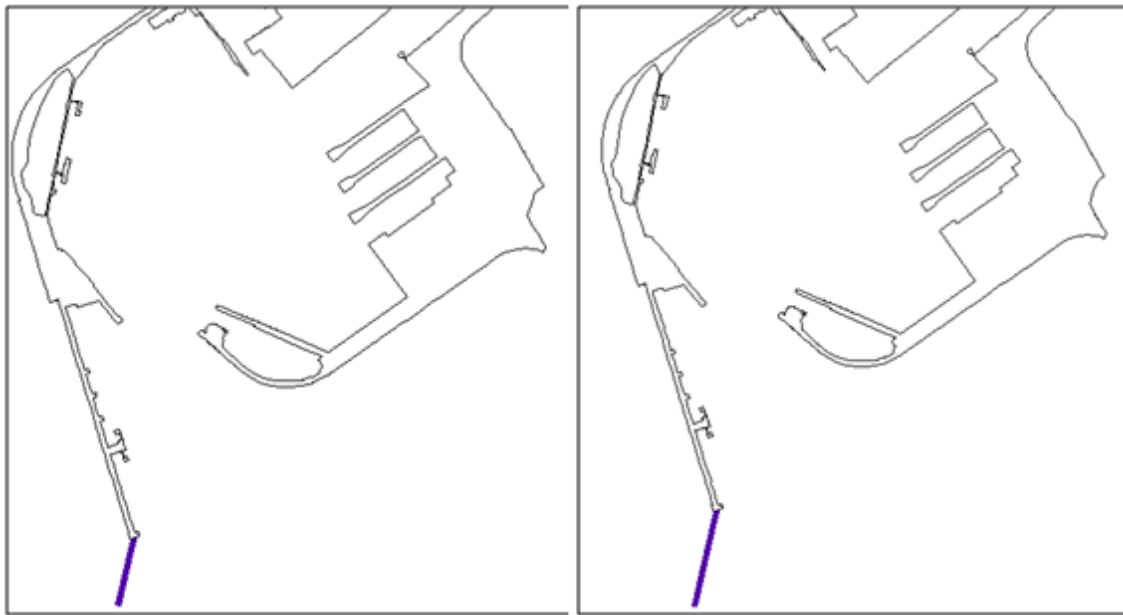


Figura 3: Esquema Alternativa 1 y Alternativa 2

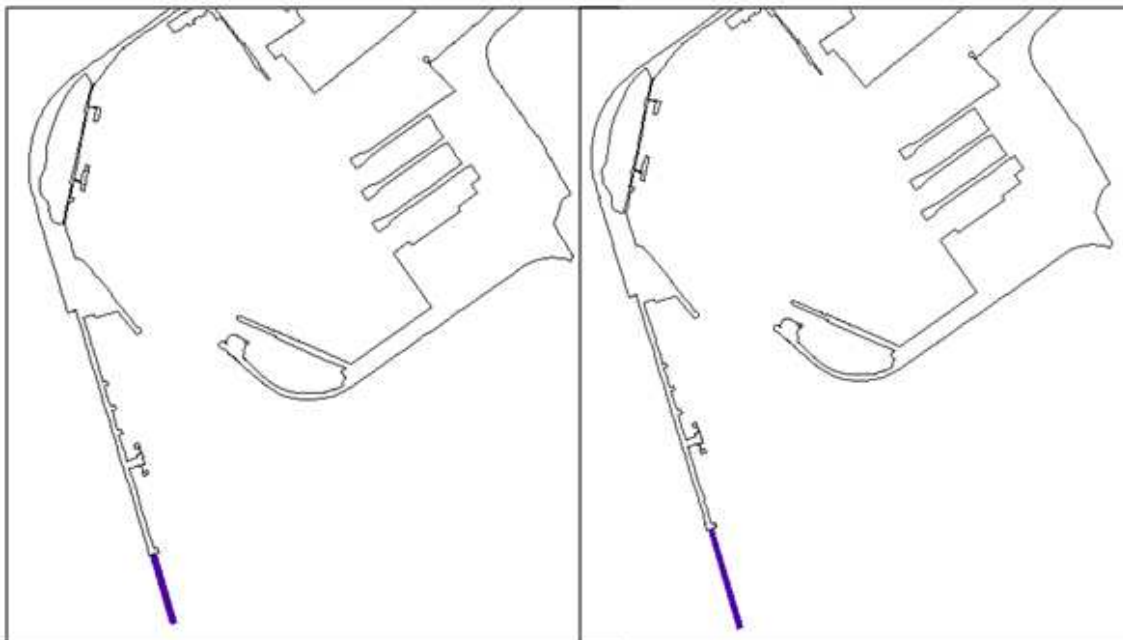


Figura 4: Esquema Alternativa 3 y Alternativa 4

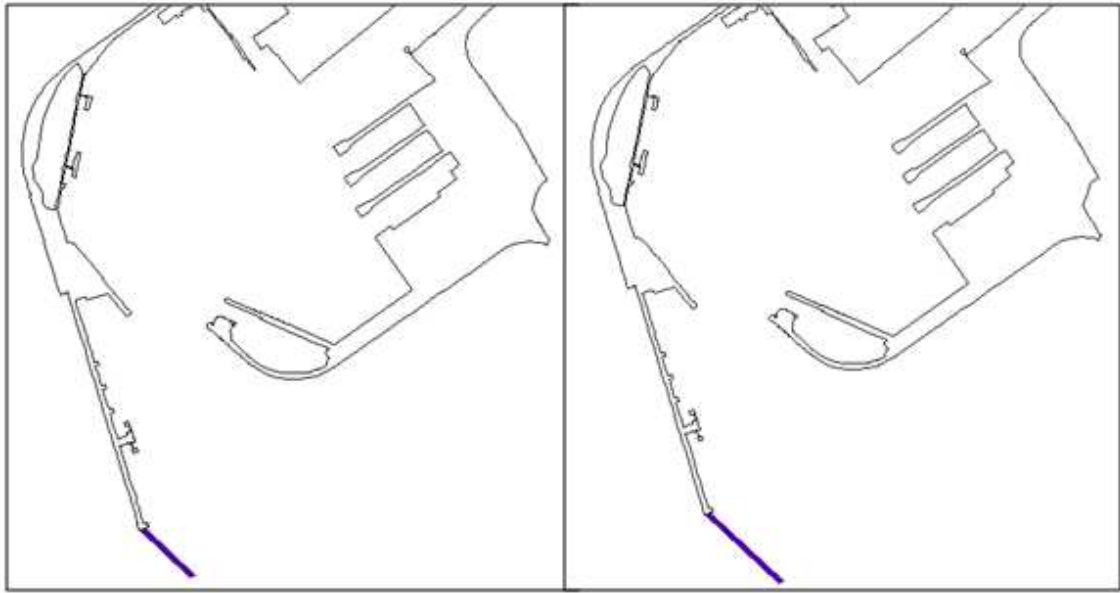


Figura 5: Esquema Alternativa 5 y Alternativa 6

En el *Anejo 05: Estudio de Agitación* se pueden encontrar todos los cálculos realizados para la obtención de estos resultados.

7. ESTUDIO DE MANIOBRABILIDAD

El objetivo del presente anejo es realizar un estudio de maniobras que permita determinar si la extensión del dique de abrigo supone un impedimento a la navegación. Por esta razón, se utiliza el simulador de maniobra POLARIS, desarrollado por la empresa noruega líder en simulación marina KONGSBERG y se ha estudiado la maniobrabilidad para tres buques de proyecto: pequeño, grande y mediano.

El resultado de dicho estudio indica que la Alternativa 2, extensión del dique 300 metros con un ángulo abierto de 30 grados, es la más favorable en cuanto a maniobrabilidad. Además, indica que las Alternativas 5 y 6 no cumplen los requisitos mínimos de maniobrabilidad. Por esta razón, estas alternativas no se considerarán en el *Anejo 06: Análisis de Alternativas*.

8. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En este apartado se detallan las distintas alternativas que se han estudiado para la Ampliación del Puerto de Leixões y la elegida entre ellas para el proyecto definitivo.

8.1. ALTERNATIVAS EN SECCIÓN

Se ha considerado la construcción de un dique vertical, de un dique en talud y de un dique mixto. Tras la recopilación de información acerca de las ventajas e inconvenientes de cada tipo de sección, se ha optado por un dique en talud por los motivos que se exponen a continuación

- El dique en talud disipa mejor el oleaje. Dado que el motivo del proyecto es la elevada agitación en el interior del puerto, un dique vertical que refleja totalmente el oleaje no se ha considerado apropiado para combatir este fenómeno.
- La profundidad que se tiene en la zona estudio, entre 16 y 17 metros, no es tan elevada como para plantear la necesidad de establecer un dique en talud ya que se recomienda el uso de dique vertical a partir de los 18 o 20 metros de profundidad.
- La Autoridad Portuaria del Puerto de Leixões ha expresado su deseo de no emplear una sección en vertical ni una sección mixta. Los motivos expuestos son que significaría un cambio demasiado brusco del tipo de sección que afectarían demasiado a nivel Paisajístico.

Dado que la Autoridad Portuaria del Puerto de Leixões es la promotora de este proyecto, el objetivo será cumplir los deseos y requerimientos que transmita.

Por tanto, se ha descartado este tipo de sección estructural.

8.2. ALTERNATIVAS EN PLANTA

Debido a que en el *Anejo 11: Estudio de Maniobrabilidad* se ha obtenido que la alternativa de extender el dique en un ángulo cerrado con respecto al dique actual dificultaba mucho la maniobrabilidad, se han descartado las Alternativas 5 y 6 que sí se han estudiado en el *Anejo 5: Estudio de Agitación*.

Por tanto, las alternativas estudiadas son:

8.2.1. Alternativa 1: PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO

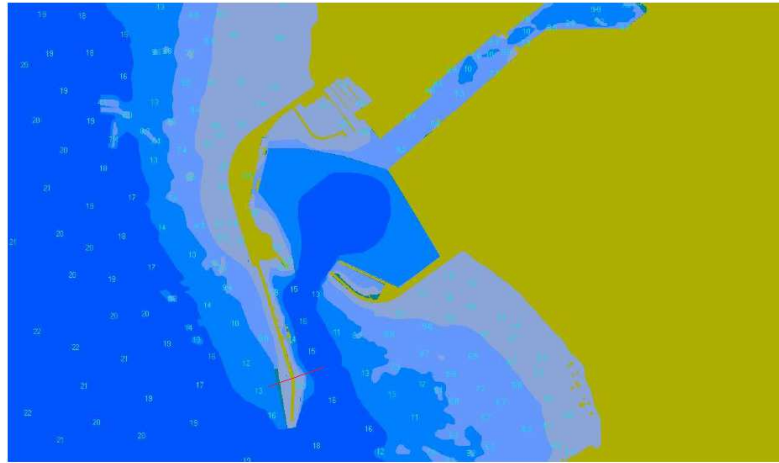


Figura 6: Alternativa 1

Tal y como se ha expuesto en el *Anejo 5: Estudio de Agitación*, esta alternativa es la segunda mejor en términos de reducción de la agitación en el puesto de Atraque A, que es el que causa problemas con la situación del puerto actual.

La inclinación de 30° permite que el impacto visual sobre la playa sea mejor ya que una persona situada en la playa no observará la longitud total del dique sino su proyección horizontal sobre la misma, que será una longitud menor.

En cuanto a la maniobrabilidad, un ángulo abierto facilitará más la entrada de los navíos que un ángulo cerrado o una prolongación con la misma dirección.

8.2.2. Alternativa 2. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO

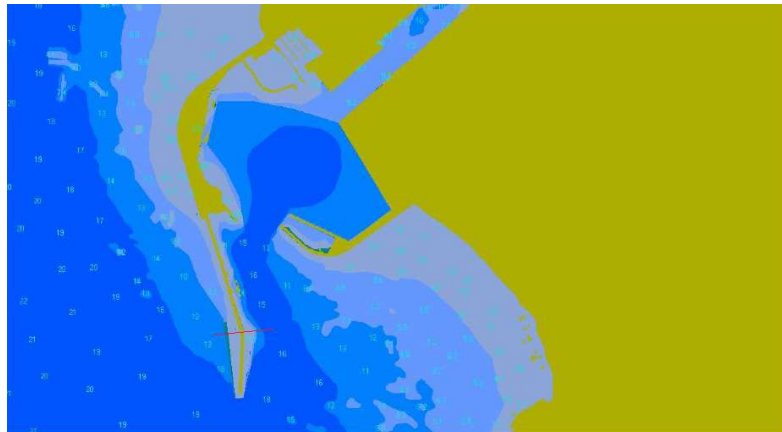


Figura 7: Alternativa 2

En el Anejo 5: Cálculo de agitación se expone que esta alternativa es la mejor. Hay que tener en cuenta que el aumento de longitud que se plantea, provocará un aumento del impacto visual sobre los bañistas de la playa y aumentará el coste económico de la obra.

8.2.3. Alternativa 3. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.

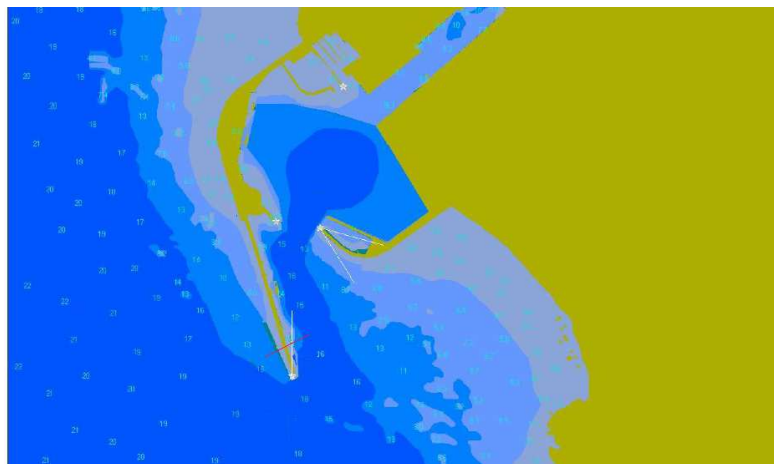


Figura 8: Alternativa 3

En términos de agitación, esta alternativa queda relegada a la última posición. Si bien la mejora es notable comparado con la situación actual, reduce mucho menos la agitación que el resto de alternativas. Además, la maniobrabilidad es más complicada

con esta configuración que con un dique en ángulo abierto.

8.2.4. Alternativa 4. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.

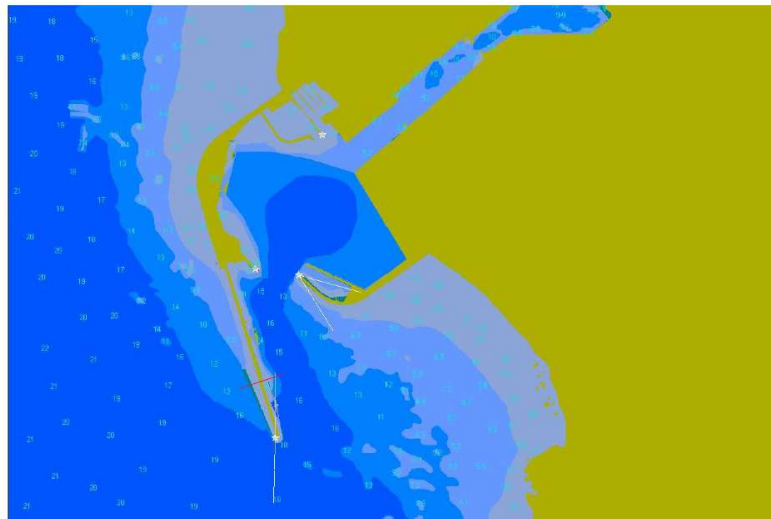


Figura 9: Alternativa 4

La agitación mejora con respecto a la alternativa anterior, ya que el Puerto de Atraque A queda más resguardado frente al oleaje. Sin embargo, los valores que se obtienen siguen siendo notablemente peores que los obtenidos con las alternativas 1 o 2.

La maniobrabilidad mejora ligeramente, dado que al aumentar la longitud del canal de entrada que queda resguardado, el control del navío se hace más sencillo.

8.2.5. Análisis multicriterio

La Alternativa 2 es la alternativa que presenta mejores resultados para todos los factores que se ha analizado. Es la alternativa que reduce más la agitación y la que permite mayor maniobrabilidad, los dos factores más importantes para el correcto funcionamiento del Atraque A. A pesar de ser un 30 % más cara que la Alternativa 1, se ha considerado como prioritaria la reducción de la agitación en el puerto ya que las pérdidas que su inutilización conlleva son millonarias.

Como se ha podido comprobar el impacto visual no es muy diferente entre

alternativas, así que se ha considerado poco significativo.

Por tanto, se considera que bajo el punto de vista Socioeconómico, Paisajístico y Operativo del Puerto, la Alternativa 2 es la más idónea ya que es la más beneficiosa para la operatividad del Atraque A del Terminal de Petroleros.

8.3.MATERIALES A EMPLEAR

Se ha considerado la posibilidad de utilizar cualquier tipo de escollera artificial para la protección del dique proyectado. Debido a la mala experiencia obtenida con la utilización de tetrápodos en el manto del dique actual y debido a que el cubo de hormigón es un elemento con poca capacidad de refracción del oleaje, se ha optado por la utilización de este elemento para su colocación en el manto principal del dique.

En el *Anejo 06. Estudio de Alternativas*, se muestra a fondo el estudio de alternativas realizado.

9. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Finalmente, tras el análisis de alternativas, se adopta como solución una extensión del dique de abrigo en una longitud de 300 metros y orientada en un ángulo abierto de 30 grados con respecto al dique original. La sección es en talud, formada por un manto de bloques de hormigón, filtro de escollera y núcleo de todo en uno. Para reducir material, se construye un espaldón de hormigón que corona a la cota +15.0, de la misma forma que el dique actual.

Tras estudiar la estabilidad de los bloques de hormigón por el método propuesto por Van der Meer, se obtiene que son necesarios bloques de hormigón de 108 Tn. Para que se cumplan las condiciones de filtro entre los bloques y el material todo en uno, se deben disponer dos capas de escollera, la primera de 7.2 Tn y la segunda de 0.48 Tn.

En la sección morro, los bloques deben ser de 163 Tn y las capas de escollera de 11 Tn y 0.7 Tn.

En el *Anejo 08: Cálculo de la estructura* se especifican los cálculos realizados para la

obtención de estos valores así como la comprobación de la estabilidad del espaldón de hormigón.

La figura 10 muestra un esquema de la solución adoptada. En el DOCUMENTO NÚM.2: PLANOS, se pueden ver los planos con detalle

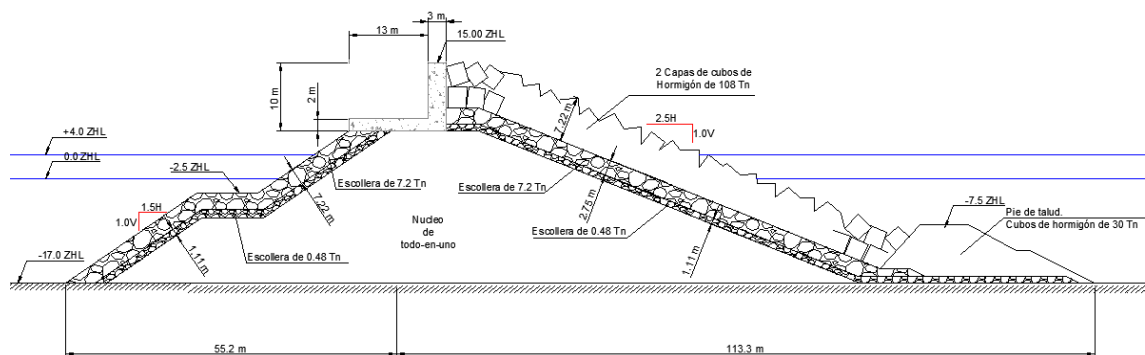


Figura 10: Descripción de la solución adoptada

10. DINÁMICA LITORAL

La costa portuguesa se caracteriza por alternar zonas de playas con abundante arena y zonas rocosas. En general, el transporte de sedimentos a lo largo de la costa es bajo, pero aún así es necesario estudiar si la obra marítima generará una erosión inasumible en el entorno.

Por ello, se ha aplicado el Método Parabólico de Hsu&Silvester, que a partir de los fenómenos de difracción producidos por la presencia de la nueva obra permite dibujar el nuevo perfil de playa que se adoptará.

En el *Anejo 09: Dinámica Litoral*, se pueden consultar todos los cálculos realizados para obtener el perfil de playa que muestra la figura

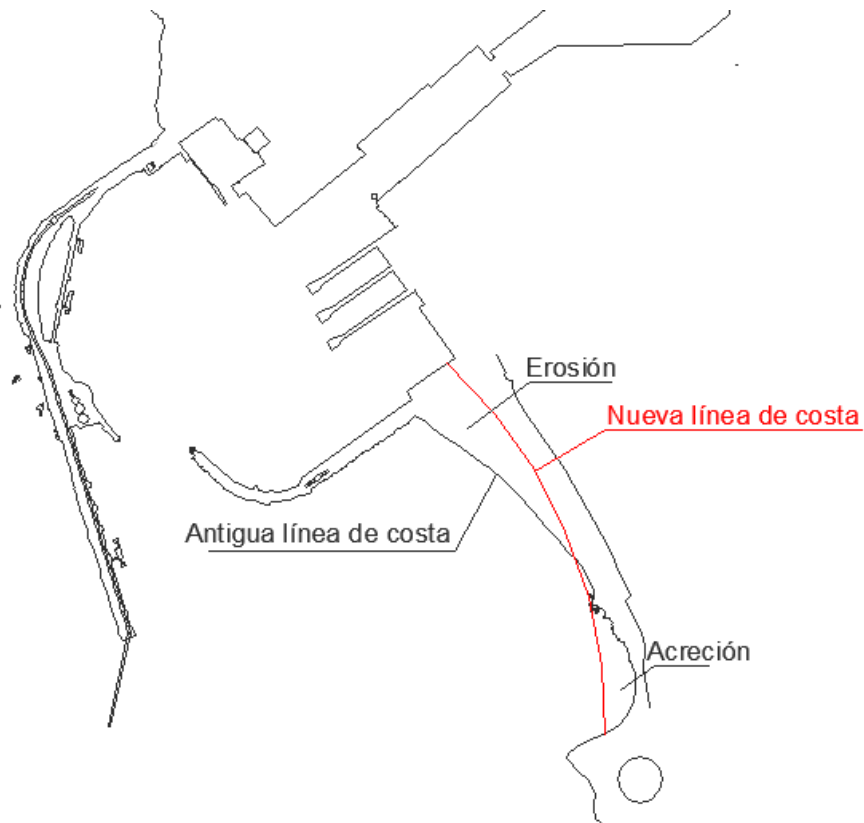


Figura 11: Perfil de playa a largo plazo

Según ha podido constatar, a largo plazo la redefinición del perfil de costa como consecuencia de la difracción no supone peligro alguno de cara a la posible entrada de sedimento en la bocana de entrada al recinto portuario. Ello se puede comprobar de forma directa observando que con la extensión del dique, el margen de resguardo que queda entre el morro de éste y el extremo aguas arriba (según dirección predominante del oleaje) de la playa de Matosinhos es de 1547 metros, distancia de seguridad suficientemente elevada que garantiza el correcto funcionamiento del acceso al puerto.

11. ESTUDIO DE CANTERAS

Las escasas montañas que se encuentran en el Portugal Continental son de baja altitud y el país se caracteriza por ser bastante llano. Por eso ha resultado muy difícil encontrar canteras que abastecieran la obra situadas relativamente cercanas a la obra. La cantera elegida, se encuentra a 68, 1km de la obra, 52 minutos por carretera, y la

regenta la empresa Britaminho, Lda (Figura). En el *Anejo 10: Estudio de Canteras*, se presenta un informe de canteras cercanas a la obra.

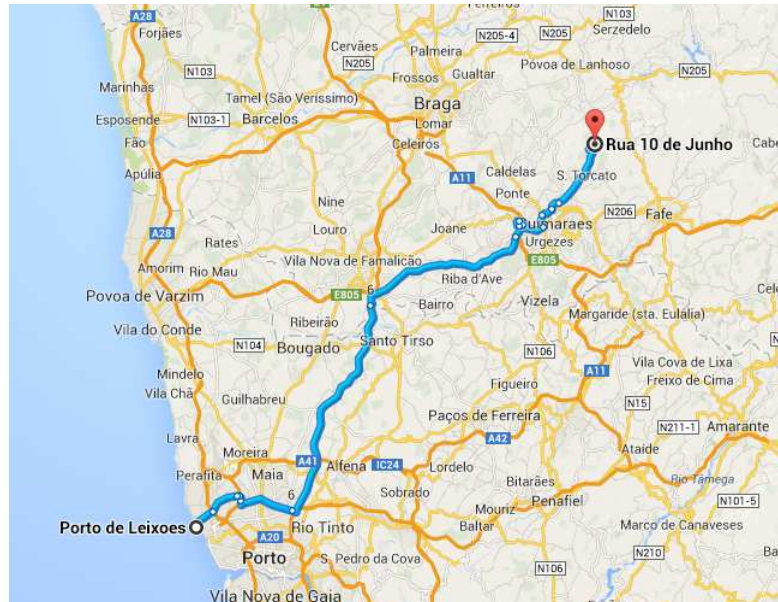


Figura 12: Recorrido desde la cantera hasta la obra

12. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

En el *Anejo 12. Estudio de Impacto Ambiental*, se analizan al detalle todos los impactos producidos al medioambiente por el proyecto y las medidas correctoras, minimizadoras y preventivas que se han tomado para evitar daños al medioambiente.

La zona del proyecto, al tratarse de una zona con mucho impacto del hombre, no es una zona de interés medioambiental por lo que no se prevén afecciones a poblaciones faunísticas ni florísticas, ni a zonas medioambientalmente protegidas.

La valoración se ha realizado en relación a la situación actual, ya que el análisis del impacto de un proyecto implica siempre establecer las alteraciones que se producen respecto a la situación presente. Partiendo del conocimiento del proyecto y del entorno, se prevén y valoran las consecuencias.

Por todo lo que se expone en el Anejo 12 y teniendo en cuenta la relación de efectos o impactos ambientales negativos que han sido identificados, se puede valorar

el impacto inicial de las obras como ligeramente moderado.

13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Las medidas preventivas mínimas respecto a seguridad y salud aplicables a la ejecución de las obras objeto de este proyecto se incluyen en el correspondiente Proyecto de Seguridad y Salud, elaboradas de acuerdo con la legislación portuguesa. Se ha basado en el Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de Outubro, en particular lo que se define en el artículo 11º, y anejos II e III del mismo Decreto-Lei, en cuanto a Prevención de Riesgos Laborales.

Dicho proyecto se incluye en el presente proyecto como *Anejo 13: Estudio de Seguridad y Salud*.

El Presupuesto de Seguridad y Salud de SETENTA Y CINCO MIL OCHO CIENTOS SETENTA EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS (75.870.43 €)

14. PLAZO DE EJECUCIÓN

Se considera oportuno fijar un plazo máximo de trece (13) meses para la ejecución de la totalidad de las obras que abarca el presente proyecto, dado su volumen económico y las características de las mismas.

En el *Anejo 16. Plan de obra*, se recoge el plan de obra propuesto en concordancia con el plazo de ejecución y las anualidades económicas previstas. El Plan de obra está adaptado a las características del proyecto y a los condicionantes de este que se plantean en las fases del procedimiento constructivo. Por tanto, se considera una estimación aproximada de la realidad, ya que dependerá fundamentalmente de las disponibilidades del adjudicatario y del término que se señale para la ejecución de las obras, que es susceptible a ser modificado si se utiliza maquinaria o equipos diferentes a los previstos.

15. PROGRAMA DE TRABAJO

La empresa adjudicataria estará obligada a presentar un programa de trabajos, con

intervalo de tiempo semanal, en los cuatro (4) primeros días naturales siguientes al comienzo de los trabajos. Dicho programa de trabajos deberá ser aprobado por la Dirección de Obra.

16. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

La justificación de precios de este proyecto se basa en el banco de precios del “Institut de Tecnologia de la Construcción de Catalunya” (ITEC), realizado con los costes de mano de obra, maquinaria y materiales de mercado, y aplicando un coeficiente del 6 % en concepto de costes indirectos y un coeficiente del 13% en forma de beneficio industrial.

17. REVISIÓN DE PRECIOS

La revisión de precios se ajustará a lo indicado en Texto Refundido de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el REAL DECRETO LEGISLATIVO 2/2000, de 16 de Junio.

Se adoptarán para el cálculo de la revisión de precios la fórmula polinómicas aprobada mediante el REAL DECRETO 1359/2011, de 7 de octubre, que sea de aplicación para el presente proyecto. En el caso que ocupa corresponde a una obra portuaria (Apartado 6 del Anejo II) cuya fórmula se especifica a continuación:

FÓRMULA 312. Diques en talud con manto de protección con predominio de bloques de hormigón.

$$K_t = 0,21 \cdot \frac{C_t}{C_0} + 0,13 \cdot \frac{E_t}{E_0} + 0,37 \frac{R_t}{R_0} + 0,01 \cdot \frac{S_t}{S_0} + 0,28$$

18. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En cumplimiento del Real decreto 1098/2001 del 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y de los artículos 25, 26, 27, 28, 29, 36 y 133 y de la Ley 30/2007 del 30 de octubre de Contratos del Sector Público según el artículo 54, a continuación se propone la clasificación que debe ser exigida a los contratistas para admitirlos en la

licitación de la ejecución de obra.

Siguiendo las indicaciones del reglamento y teniendo en cuenta el presupuesto de ejecución por contrato y el plazo de ejecución, se propone la siguiente clasificación.

- Grupo General A: Movimiento de Tierras y Perforaciones.
 - Subgrupo A2: Explanaciones
 - Subgrupo A3: Canteras
- Grupo General C: Edificaciones.
 - Subgrupo C2: Estructuras de fábrica u hormigón
- Grupo General F: Obras Marítimas
 - Subgrupo F2: Escolleras
 - Subgrupo F3: Con bloques de hormigón

La categoría del Contrato de ejecución de la obra determinada por su anualidad media será: **Categoría F.**

19. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento del artículo 127 del vigente reglamento general de contratos de las Administraciones Públicas aprobado por el Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre de 2001 y del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, se hace constar que el presente Proyecto comprende una obra completa en el sentido exigido en el citado Reglamento, ya que, una vez finalizadas las obras son susceptibles de ser entregadas al uso público.

20. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

El Presupuesto de ejecución por contrata de las obras ascienda a VEINTISIETE MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA Y DOS MIL DOS CIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS (27.352.236,66 €).

21. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL PROYECTO

DOCUMENTO NÚMERO 1: MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

ANEJOS:

ANEJO 01. EL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 02. BATIMETRÍA

ANEJO 03. GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

ANEJO 04. CLIMA MARÍTIMO

ANEJO 05. ESTUDIO DE AGITACIÓN

ANEJO 06. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

ANEJO 07. BASES DE DISEÑO

ANEJO 08. CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA

ANEJO 09. DINÁMICA LITORAL

ANEJO 10. ESTUDIO DE CANTERAS

ANEJO 11. ESTUDIO DE MANIOBRABILIDAD

ANEJO 12. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEJO 13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEJO 14. REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ANEJO 15. PLAN DE OBRA

ANEJO 16. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

DOCUMENTO NÚMERO 2: PLANOS

DOCUMENTO NÚMERO 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO NÚMERO 4: PRESUPUESTO

Barcelona, Mayo de 2014

Autora del proyecto:

A handwritten signature in purple ink, reading 'Elisa Romero'.

Elisa Romero Pascual

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 01

EL PUERTO DE LEIXÕES

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	1
2.	LOCALIZACIÓN	2
3.	PARTES DEL PUERTO	4
3.1.	TERMINAL DE CRUCEROS Y TERMINAL DE PASAJEROS.....	5
3.2.	TERMINAL DE GRANELES LÍQUIDOS	5
3.3.	TERMINAL DE CARGA GENERAL Y GRANELES SÓLIDOS	6
3.4.	TERMINAL DE PETROLEROS.....	7
3.5.	TERMINAL DE CONTENEDORES	8
3.6.	TERMINAL MULTIUSOS.....	8
3.7.	DÁRSENA DE RECREO	8
3.8.	PUERTO DE PESCA	9
3.9.	INSTALACIONES ESPECIALIZADAS.....	9
4.	SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DEL PUERTO	10
4.1.	SITUACIÓN ACTUAL	10
4.2.	EVOLUCIÓN DEL PUERTO	11
4.2.1.	Evolución del número de navíos.....	12
4.2.2.	Movimiento de pasajeros	12
4.2.3.	Movimiento de mercancías	13
4.2.4.	Movimiento TEU	14
4.2.5.	Conclusiones	14

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El actual puerto de Leixões es actualmente el puerto artificial más grande de Portugal. Su construcción empezó en 1883, siendo la mayor obra de ingeniería del siglo XIX en todo el país.

Debido a las condiciones climatológicas y al elevado número de temporales, la costa en que se halla era llamada “Costa Negra” por los habitantes de la zona. Por tanto, el refugio natural que proporcionaba la ensenada de Leixões combinado con la existencia del río Leça que era navegable hasta una distancia muy considerable, constituyeron el lugar ideal para construir una obra que permitirá a los barcos atracar. Muchas fueron las obras de extensión y mejora hasta ser el puerto que existe hoy en día.

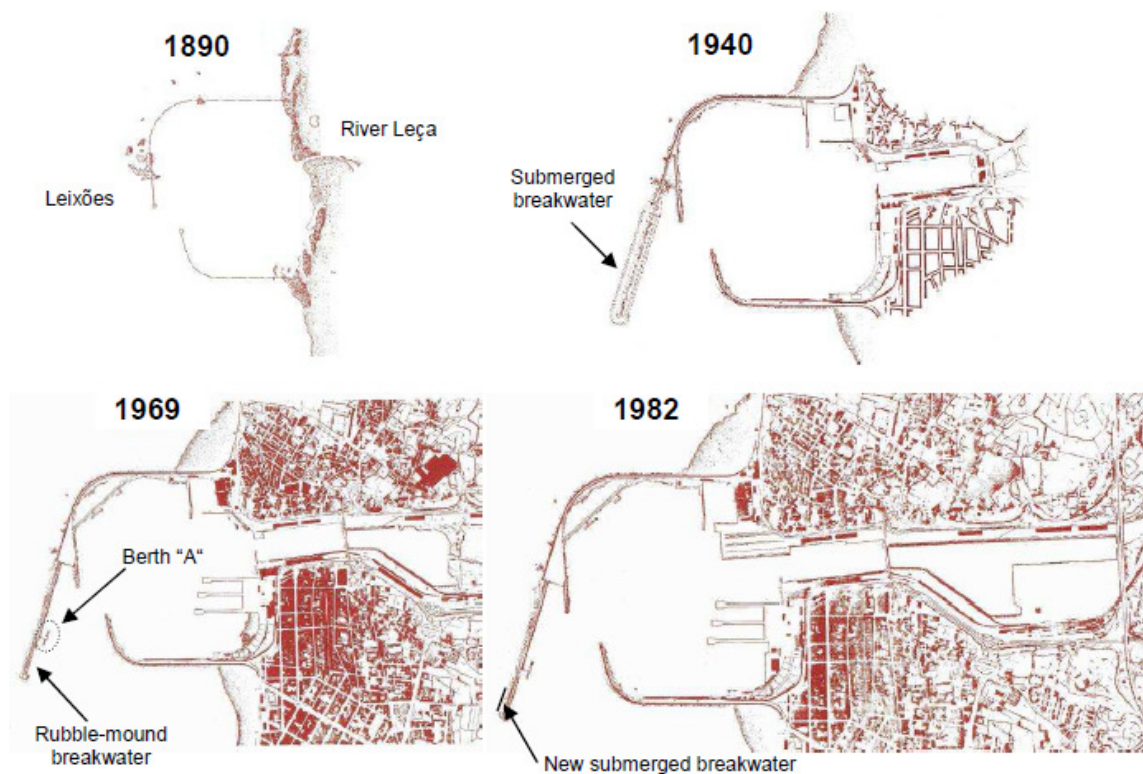


Figura 1: Evolución Puerto Leixões (www.apdl.com)

A partir de 1982 se completó la obra con un dique emergido superpuesto al sumergido que existía previamente configurando la situación actual, que se muestra en la Figura 2.



Figura 2: Situación actual del Puerto de Leixões

Con tres Terminales, dos muelles, una dársena, un puerto de pesca e instalaciones especializadas, representa el 25% del comercio internacional portugués y mueve cerca de 14 millones de toneladas de mercancías por año, por tanto es uno de los puertos más competitivos y polivalentes del país. Se beneficia de una localización estratégica con buen acceso viario y ferroviario y de un hinterland rico en industria y comercio, teniendo una posición privilegiada en el sistema portuario europeo.

2. LOCALIZACIÓN

El puerto de Leixões se encuentra en la región Norte de Portugal, al Noroeste de la Península Ibérica, en el distrito de Oporto. Se encuentra en el municipio de Matosinhos y está encuadrado por las poblaciones de Leça da Palmeira al norte y de Foz al sur. Perteneció al Área metropolitana de Oporto, que es la segunda ciudad más grande de Portugal después de Lisboa, con 237.559 habitantes (1.816.045 en el área metropolitana). Las aguas que lo bañan pertenecen al océano Atlántico y en dista aproximadamente 4km del río Duero (Figura 3).



Figura 3: Localización del puerto de Leixões

Debido a su proximidad con el Aeropuerto Internacional Francisco Sá Carneiro, se encuentra en una zona de gran actividad poblacional e industrial. Está delimitado por el Sur por la playa de Matosinhos, con gran actividad turística y elevada presencia de escuelas de surf y aficionados a este deporte.

Está conectado por red viaria con las carreteras principales IP-1 e IP-4 y con las carreteras convencionales IC1/A28, IC 23 y A41.



Figura 4: Conexiones del puerto por vía terrestre

En cuanto a vía ferroviaria, está ligado con la Red Nacional mediante el cinturón del

puerto, pudiéndose realizar el cambio de red en la Estación de Contumil.

El acceso a pie o en bicicleta es sencillo ya que existe un paseo marítimo desde el Puerto de Leixões hasta el centro de Oporto pasando por la margen derecha del río Duero.

Existen también paradas de metro y autobús que permiten acceder a las inmediaciones del puerto.

3. PARTES DEL PUERTO

El puerto cuenta con cinco kilómetros de zona de atraque, 55 hectáreas de terreno y 120 hectáreas de área mojada repartidos en diversas terminales, muelles y dársenas. El reparto en planta de los diferentes usos del puerto queda representado en la siguiente imagen:

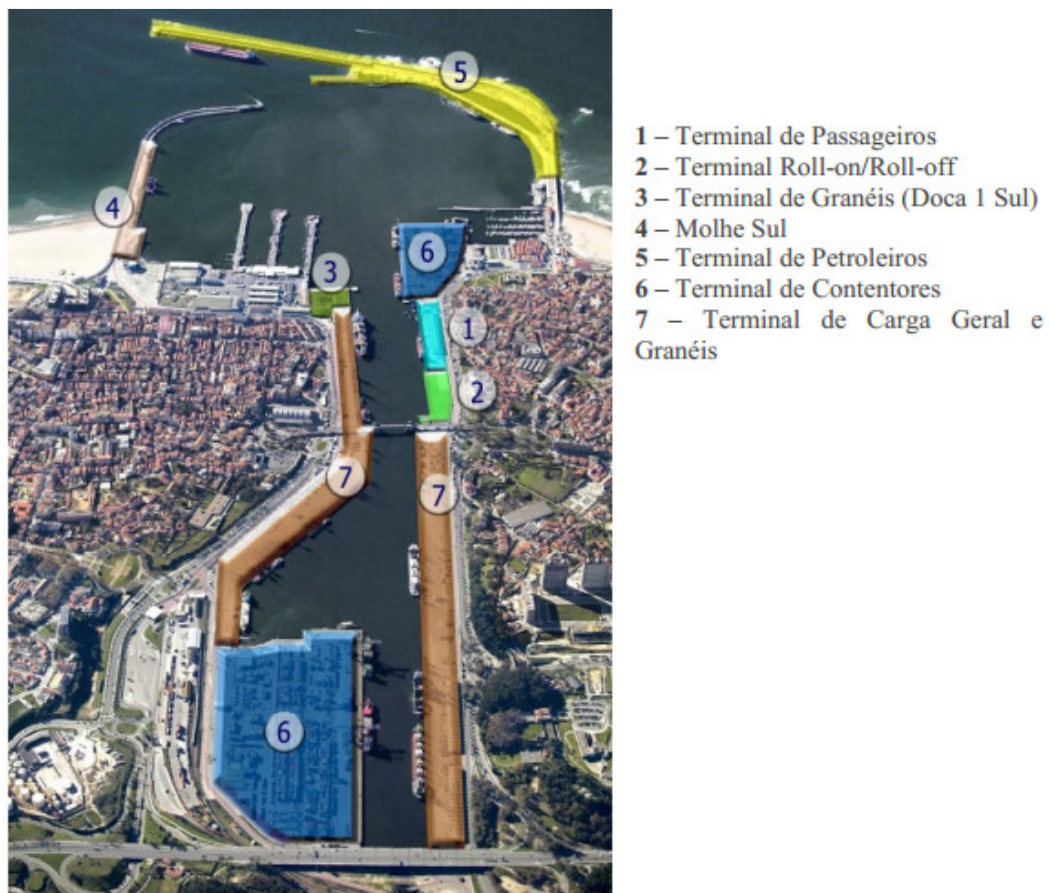


Figura 5: Partes del puerto. (www.apdl.pt)

3.1. TERMINAL DE CRUCEROS Y TERMINAL DE PASAJEROS

Actualmente el Puerto de Leixões recibe cerca de 23.000 pasajeros llegados de todas las partes del mundo. Para ese efecto, se dispone de un área de 840 m² en la dársena 1. La estación de pasajeros es uno de los más bellos ejemplos arquitectónicos de los años 60, siendo considerado Patrimonio Arquitectónico e Histórico de la ciudad de Matosinhos. Las características principales de la terminal se describen a continuación:

- 300 metros de longitud del muelle
- Calado de 10 metros
- Longitud máxima de los navíos 250 metros
- Calado máximo de los navíos en pleamar de 9 metros

3.2. TERMINAL DE GRANELES LÍQUIDOS

Los graneles líquidos se destinan a la refinería de Petrogal, CEPISA, REPSOL y ED&FMAN. Se tratan gases licuados, productos asfálticos, melazas y fuelóleo en el muelle sur, la dársena 1 y la dársena 2. Las características principales de la terminal se describen a continuación:

➤ **Muelle Sur**

- Línea de atraque de 290 metros de longitud
- Calado de 6 metros
- Mercancías: Combustibles líquidos (gasóleo, gasolina, fuelóleo, etc), gases de petróleo liquiefactados y asfaltos.
- Pipelines destinados a REPSOL Portuguesa, S.A.

➤ **Dársena 1 Sur**

- Línea de atraque de 520 metros de longitud
- Calado de 10 metros
- Mercancías: melazas
- Pipelines destinados a ED&FMAN

➤ **Dársena 2 Sur**

- Línea de atraque de 690 metros de longitud

- Calado de 11 metros
- Mercancías: productos asfálticos y fuelóleo.
- Pipelines destinados a CEPESA - Companhia Portuguesa de Petróleos, Lda.

3.3.TERMINAL DE CARGA GENERAL Y GRANELES SÓLIDOS

Comprenden la dársena 1, dársena 2 y dársena 4 disponiendo en total de 2735 metros de muelle de amarre y de 145068 m² para realizar operaciones de carga y descarga. Como principales mercaderías se destaca la madera prensada y serrada, acero, piedras de granito, algodón, corcho, aluminio, plomo, zinc, automóviles, chatarra, graneles sólido-alimentarios y maquinaria. Las características principales de la terminal se describen a continuación:

➤ **Dársena 1 Norte**

- Línea de atraque de 455 metros de longitud
- Calado de 10 metros
- Grúas: 1 grúa de 45 a 90 toneladas.
- Capacidad de almacenamiento descubierta: 17.850 m²

➤ **Dársena 1 Sur**

- Línea de atraque de 520 metros de longitud
- Calado de 10 metros
- Grúas: 5 grúas de 6,2 toneladas y dos grúas de 16 a 40 toneladas.
- Capacidad de almacenamiento descubierta: 16.663 m²

➤ **Dársena 2 Norte**

- Línea de atraque de 670 metros de longitud
- Calado de 11 metros
- Grúas: 9 grúas de 6,2 toneladas, 2 grúas de 5 a 15 toneladas y 1 grúa de 42 a 104 toneladas.
- Capacidad de almacenamiento descubierta: 34.693 m²

➤ **Dársena 2 Norte**

- Línea de atraque de 690 metros de longitud
- Calado de 11 metros

- Grúas: 9 grúas de 6,2 toneladas, 4 grúas de 12 a 18 toneladas y 1 grúa de 29 a 104 toneladas.
- Capacidad de almacenamiento descubierta: 53.414 m²

➤ **Dársena 4 Norte- Terminal Cerealífero**

La mayor parte de los Graneles Sólidos Agro-Alimentarios se mueven en la Terminal Cerealífera.

- Línea de atraque de 400 metros de longitud
- Calado de 12 metros
- Grúas: 2 grúas ecológicas de 15 toneladas con sistema anti-polución.
- Capacidad de almacenamiento descubierta: 22.448 m²
- Capacidad de almacenamiento cubierta: 4.000 m²
- Mercadería: graneles agro-alimentarios.

3.4.TERMINAL DE PETROLEROS

Concesionado a Petrogal-Petroleros de Portugal, S.A, está construido sobre un rompeolas de 700 metros de desarrollo y una altura de 15m sobre el nivel del mar que sirve también como protección de entrada al puerto. La terminal, ligada a la Refinería de Petrogal a través de pipelines dispone de tres puestos de amarre:

➤ **Puesto A**

- Calado 14 metros
- Mercancías: Ramas de petróleo y productos refinados diversos.
- Capacidad para navíos de hasta 100.000 DWT

➤ **Puesto B**

- Calado 10 metros
- Mercancías: Ramas de petróleo y productos refinados diversos, gases del petróleo licuados y productos aromáticos.
- Capacidad para navíos de hasta 27.000 DWT

➤ **Puesto C**

- Calado 6 metros
- Mercancías: Productos refinados diversos, gases del petróleo

líquidos y productos aromáticos.

- Capacidad para navíos de hasta 5.000 DWT

3.5. TERMINAL DE CONTENEDORES

Las dos terminales de contenedores existentes en el Puerto de Leixões están concesionadas a la empresa TCL - Terminal de Contentores de Leixões, SA, desde diciembre de 1999 durante un periodo de 25 años.

La Terminal de Contenedores Norte es la más pequeña de las dos, y sus características principales se describen a continuación.

- 360 metros de línea de atraque.
- 10 metros de calado.
- Mueve 250.000 TEU's por año.
- Almacena alrededor de 4.000 TEU's por año.

La Terminal de Contenedores Sur presenta las siguientes características:

- 540 metros de línea de atraque
- Calado de 12 metros.
- Mueve 350.000 por año,
- Almacena 15.000.

Ambos terminales dan servicio a contenedores frigoríficos.

3.6. TERMINAL MULTIUSOS

La nueva Terminal Multiusos se destina esencialmente al tráfico Ro-Ro, potenciando el desarrollo de las Autopistas del Mar a partir de Leixões. La terminal contempla:

- Muelle avanzado con 310 m de línea de atraque
- Rampa Ro-Ro con 26 m de longitud.
- Calados de 10 metros
- Área de apoyo de 8 ha.

3.7. DÁRSENA DE RECREO

La Dársena de Recreo se encuentra en el arranque del Muelle Norte del Puerto de

Leixões y está dada en concesión a la Associação de Clubes Marina Porto Atlântico. Sus características principales se describen a continuación:

- Línea de atraque de 50 metros de longitud.
- Calado de 2 metros y medio
- 248 amarres permanentes. Existe un área de 50 metros en la que se pueden amarrar temporalmente 4 o 5 yates.
- Abastecimiento de agua potable, electricidad, sistema de extinción de incendios y recipientes para residuos.

3.8.PUERTO DE PESCA

El Puerto de Pesca, localizado en Matosinhos, está concesionado a Docapesca-Portos e Lotas S.A. Sus características principales se describen a continuación:

- Línea de atraque formada por 3 pantalanés de 1890 metros de longitud.
- Calado de 4 metros
- Almacenaje en frigorífico para 5.500 toneladas

3.9.INSTALACIONES ESPECIALIZADAS

Las instalaciones portuarias de las que dispone el puerto son silos, depósitos y almacenes. A continuación se describen brevemente sus características

➤ **Silos Portuarios**

La empresa Silos de Leixões-Unipessoal, Lda opera en una área de 2,3 ha. Los silos se disponen para el almacenamiento de cereales y derivados, oleaginosos y otros productos alimentarios. Posee una capacidad de almacenamiento de 120.000 toneladas (100.000 toneladas en silos verticales y 20.000 en almacenaje horizontal).

➤ **Depósito de productos petrolíferos a granel.**

CEPSA – Companhia Portuguesa de Petróleos, S.A..está establecida en la Dársena 2 Sur del Puerto de Leixões mediante dos pipelines para productos asfálticos y fuelóleo en la terminal de contenedores Sur y por dos pipelines para combustibles. La capacidad de almacenaje total totaliza 61.000 toneladas. En las instalaciones de

REPSOL Portuguesa, S.A,

➤ **Depósito de melazas y derivados**

Situado en el Muelle Sur, con un área de alrededor de 1.790 m², se encuentra un tanque destinado al almacenamiento de productos líquidos a granel para fines alimentarios e industriales. Estas instalaciones están dadas en concesión a la empresa ED&FMAN Portugal.

➤ **Almacén de cementos**

Localizado en la Dársena 1 Sur, existen cuatro almacenes para recepción y expedición de cemento a granel, concedidos a dos empresas (SECIL - Companhia Geral de Cal e Cimento, S.A. e CIMPOR - Industria de Cimentos, S.A.), ocupando un área de 2.500 m².

4. SITUACIÓN ACTUAL Y EVOLUCIÓN DEL PUERTO

4.1.SITUACIÓN ACTUAL

El puerto de Leixões es uno de los 125 principales puertos del mundo con mayor volumen de movimiento de contenedores TEU (Twenty feet equivalent unit). Es el único puerto portugués que figura en este ranking y además es uno de los 25 mayores puertos europeos, segundo en el ranking publicado por la revista española especializada Transporte XXI.

Se movieron 632.574 TEU's en 2012 y con estos resultados se proclama como el puerto nacional con mayor índice de crecimiento y el 5º en movimiento de contenedores en la Península Ibérica, por detrás de los puertos de Valencia, Bahía de Algeciras, Barcelona y Las Palmas.

Esta posición gana aún más relevancia en el contexto ibérico, si se considera que las cifras alcanzadas por el Puerto de Leixões se basan esencialmente de exportaciones e importaciones mientras que los de los puertos españoles se basan en contenedores en tránsito (alrededor del 60%).

Se debe remarcar que en lo que llevamos de 2013 se alcanzó un valor récord de 8.5 millones de toneladas de mercancías movilizadas en el primer semestre, lo que supone

un crecimiento del 2% con respecto al mismo periodo del año pasado. Esto indica un claro crecimiento que no sólo se ha producido en el último año sino que se lleva produciendo durante varios años consecutivos.

4.2.EVOLUCIÓN DEL PUERTO

En este apartado, se pretende analizar la evolución del tráfico portuario con el fin de determinar la proyección que tendrá el puerto en los años venideros, ya que caso de estar ante un puerto en decadencia, el presente proyecto no estaría tan justificado.

En junio de 2004, fue aprobado el Plano Estratégico de Desenvolvimento do Porto de Leixões, en el cual se incorpora un plan de acciones que tiene como objetivo principal aumentar la competitividad del puerto.

Siendo su misión hacer del puerto una referencia para las cadenas logísticas de la fachada atlántica de la Península Ibérica, se propuso perseguir cuatro objetivos de desarrollo:

- Consolidar y promover la marca “Porto de Leixões” de forma consecuente e integrada
- Organizar una oferta de servicios de calidad y ajustada a las necesidades del mercado
- Dotar al puerto de condiciones materiales e inmateriales de apoyo a su actividad
- Reforzar las condiciones de integración urbana y de accesibilidad externa.

La implementación del Plano Estratégico de Desenvolvimento do Porto de Leixões se basa en acciones específicas dirigidas a planes sectoriales en los dominios del marketing portuario, ordenamiento logístico y territorial y del sistema de información.

La redacción e implantación de este plan ha contribuido a la evolución del puerto, tal y como se puede observar en los siguientes apartados.

4.2.1. Evolución del número de navíos

El puerto de Leixões ha experimentado un aumento del número de navíos que operan en él en los últimos años, tal y como se puede observar en la Figura 6.

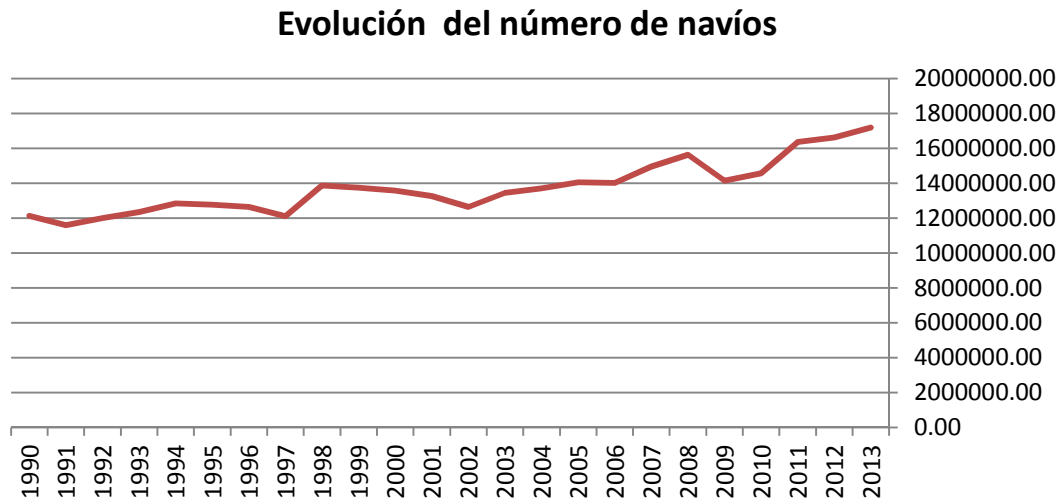


Figura 6: Evolución del número de navíos entre los años 1990 y 2013

4.2.2. Movimiento de pasajeros

En cuanto al transporte de pasajeros, el puerto ha sufrido un notable incremento en los últimos años de forma que ha sido necesario construir un nuevo terminal de cruceros para acoger el volumen de pasajeros que se prevé llegarán si se sigue la tendencia evolutiva.

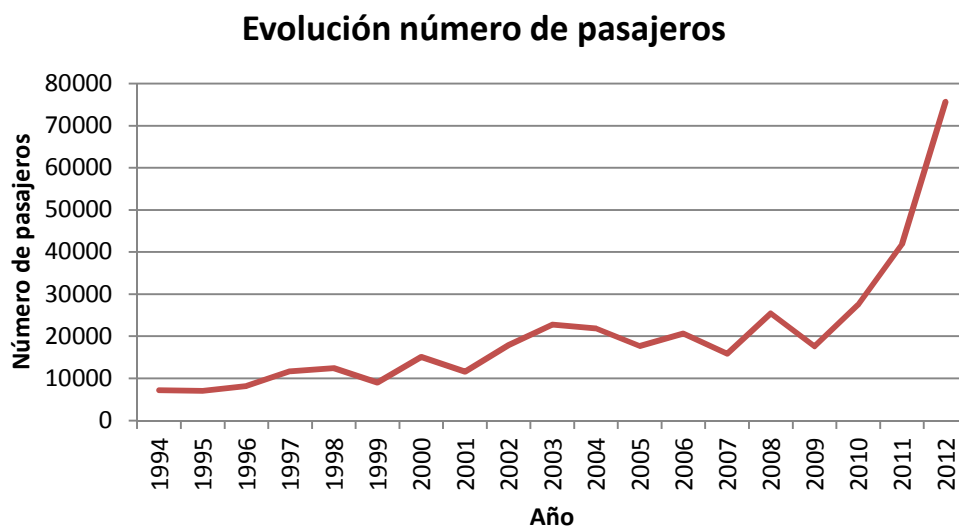


Figura 7: Evolución número de pasajeros entre los años 1994 y 2012

En la figura 8 se muestran las obras de construcción del nuevo terminal de cruceros del Puerto de Leixões:



Figura 8: Obras del nuevo terminal de cruceros

Un apropiado terminal de cruceros que acoja la demanda prevista es un fundamental para estimular la economía, concretamente en el sector del turismo.

4.2.3. Movimiento de mercancías

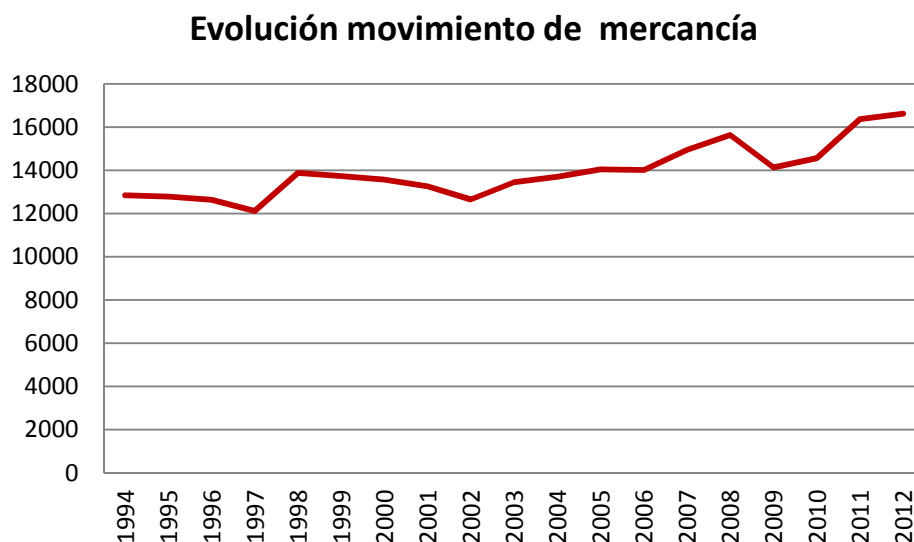


Figura 9: Evolución movimiento de mercancía entre los años 1994 y 2012

Se observa una clara tendencia a la alza en todos los tipos de mercancía exceptuando los graneles líquidos, que sufren un sutil descenso año tras año. En

general, la evolución es favorable, tal y como se muestra en la figura 9

4.2.4. Movimiento TEU

El tráfico de contenedores es uno de los sectores más importantes de la economía portuaria y por tanto, su evolución es un buen indicador de la situación del puerto.

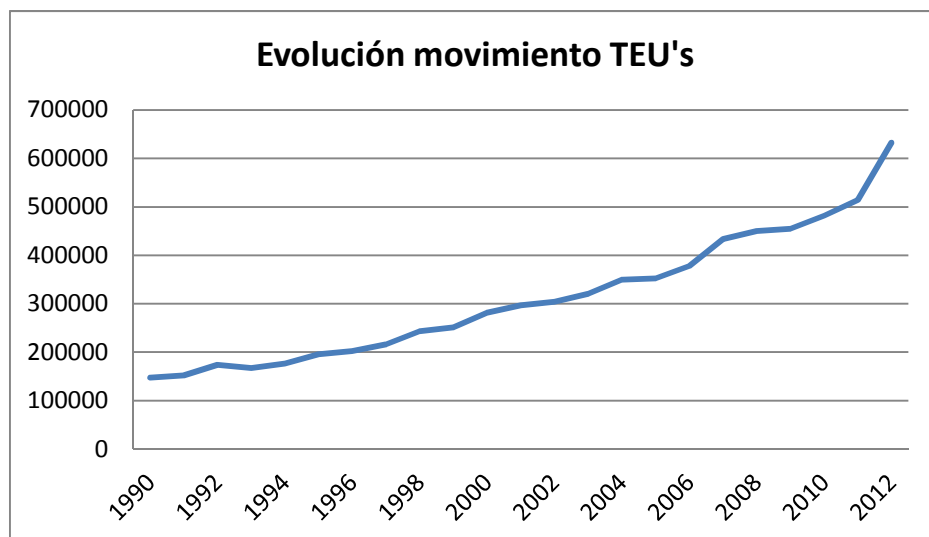


Figura 10: Evolución movimiento de TEU's entre los años 1990 y 2012

Tal y como se observa en la figura 10, el número de TEU's transportados aumenta año tras año.

4.2.5. Conclusiones

Después del análisis realizado, se observa que el puerto de Leixões es un puerto en crecimiento y por tanto, un elemento clave para la economía tanto regional como nacional. Cabe destacar que el aumento del tráfico portuario se ha producido incluso en los últimos años en que la crisis económica que afecta a prácticamente toda Europa, ha afectado duramente a la importación y exportación.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 02 BATIMETRÍA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	METODOLOGÍA	1
3.	RESULTADOS DE LOS LEVANTAMIENTOS	2
	APÉNDICE I.....	8

1. INTRODUCCIÓN

Para la construcción de cualquier proyecto es necesario conocer la batimetria de la zona donde se llevará a cabo la actuación. En el caso de un dique en talud como el que se quiere proyectar el conocimiento de la definición del fondo marino cobra vital importancia durante el diseño, ya que determina parámetros tan importantes como las dimensiones totales del dique. El tipo de obra y de los cálculos a realizar determinarán las dimensiones del dominio en el que será necesario tener datos.

Los datos batimétricos generales necesarios para la realización de este proyecto han sido facilitados por APDL (Autoridad Puerto De Leixões) y obtenidos también del Instituto Hidrográfico de Portugal

2. METODOLOGÍA

La información geográfica facilitada por la APDL (Autoridad Puerto De Leixões) consiste en un vasto conjunto de levantamientos topo-hidrográficos en forma vectorial. También fueron entregadas unas cartas náuticas antiguas. Además, se empleó información militar, con cartas militares, a escala 1:25000 en formato raster.

Se ha trabajado con datos obtenidos entre 2004 y 2011. A pesar de que lo idóneo es trabajar con datos obtenidos en el mismo periodo de tiempo y que fueran lo más actuales posibles, no se disponía de otro tipo de datos.

Los levantamientos se realizaron en la zona interior del puerto y en la zona exterior, tanto en los alrededores del dique de abrigo como en la playa colindante al Puerto de Leixões, la Praia de Matosinhos.

Cabe destacar que se dispone de batimetría muy detallada de la zona del morro del dique de abrigo, que es el punto de arranque de la extensión que se proyecta.

Antes de iniciar el proceso de tratamiento de la información, se tuvo que realizar un detallado análisis de información geográfica ya que se presentaron los siguientes problemas con la calidad de los datos facilitados:

- El sistema de coordenadas era desconocido en muchos levantamientos.

- Los levantamientos no estaban georeferenciados.
- Las líneas de frontera eran diferentes para levantamientos de la misma zona.
- La información geográfica no estaba referenciada a una coordenada y cota sino que estaba representada en formato de texto.

La información utilizada en este trabajo fue georeferenciada y, por tanto, convertida al sistema de coordenadas utilizado:

- - Proyección de Cuadrícula Métrica de Gauss
- - Elipsoide Internacional
- - Datum de Lisboa

La carta militar fue fundamental para el control y verificación de este proceso de conversión.

En el Apéndice I, se muestra un esquema de las fases en que se ha realizado los levantamientos, así como su fecha de realización y su procedencia.

3. RESULTADOS DE LOS LEVANTAMIENTOS

Los resultados de estos levantamientos se presentan en el planos batimétrico correspondiente, presente en el Documento Número 2 (plano 2.3) de este proyecto.

En las figuras 1, 2 y 3 se muestran modelos digitales del fondo marino del puerto de Leixões que presentan los resultados de una forma muy visual.

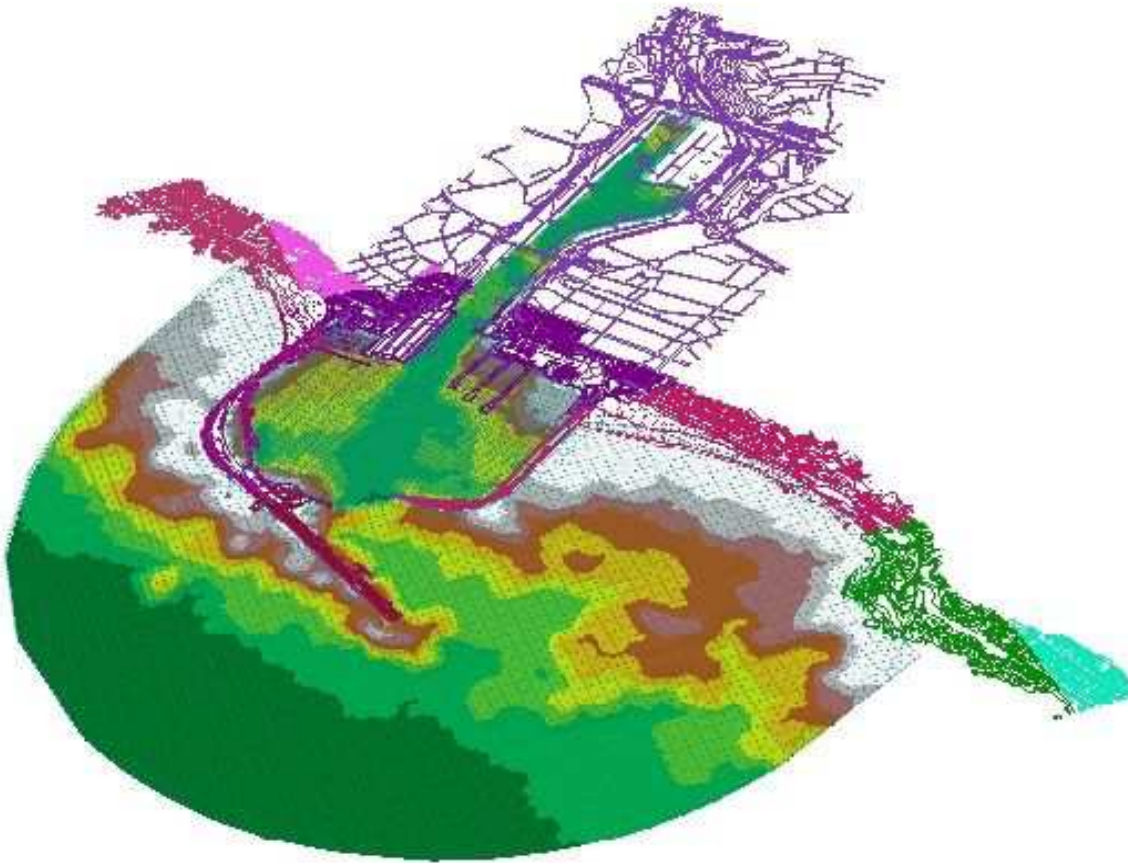


Figura 1: Modelo digital de la batimetría en los alrededores del puerto de Leixões

La profundidad máxima en el interior del puerto es de 17 metros y se da en la zona frente al dique rompeolas norte en aguas abrigadas. En la parte más interior la profundidad oscila alrededor de los 12 metros siendo estos valores inferiores en las zonas próximas a la Terminal Multiusos y a la Terminal de Contenedores norte dado que las velocidades de la corrientes son menores y se favorece la sedimentación.

A continuación se presenta con mayor detalle el dique rompeolas norte, que es la zona del puerto donde se va a realizar las obras de extensión.



Figura 2: Modelo digital en detalle en la zona del dique rompeolas

En el modelo digital que muestra la figura 2 muestra claramente la localización del dique sumergido existente en la zona de la cabeza de la estructura. En este modelo,

las líneas batimétricas varían aproximadamente entre la cota -2m y la cota -14m, en una franja con una longitud de cerca de 160 metros en relación al rompeolas. De este modo se presenta una inclinación del fondo relativamente suave en la parte exterior de la estructura de defensa. Cabe destacar que la cota -10m se alcanza a una distancia de 160m del paramento de la superestructura.

También es interesante verificar que las profundidades junto a la cabeza del rompeolas son bastante elevadas ya que alcanzan los 17 metros de profundidad.

En la zona sur del Puerto de Leixões, (playa de Matosinhos y Castelo do Queijo), se verifica una estabilidad de las batimétricas, relativamente paralelas a la línea de costa en la zona de la playa de Matosinhos. Esta configuración se debe a la acción de las corrientes de difracción en la zona sombra del rompeolas Norte.

En los últimos años se ha observado movimiento de los sedimentos en las inmediaciones del morro de la estructura y concretamente del puesto de atraque A. Por esa razón, se realizó un levantamiento posterior, con el fin de compararlos y calcular cuál es el transporte de sedimentos en la zona.

Debido a que se realizó ese estudio, se dispone de una batimetría más precisa de la zona de estudio que se presenta en la figura 3.

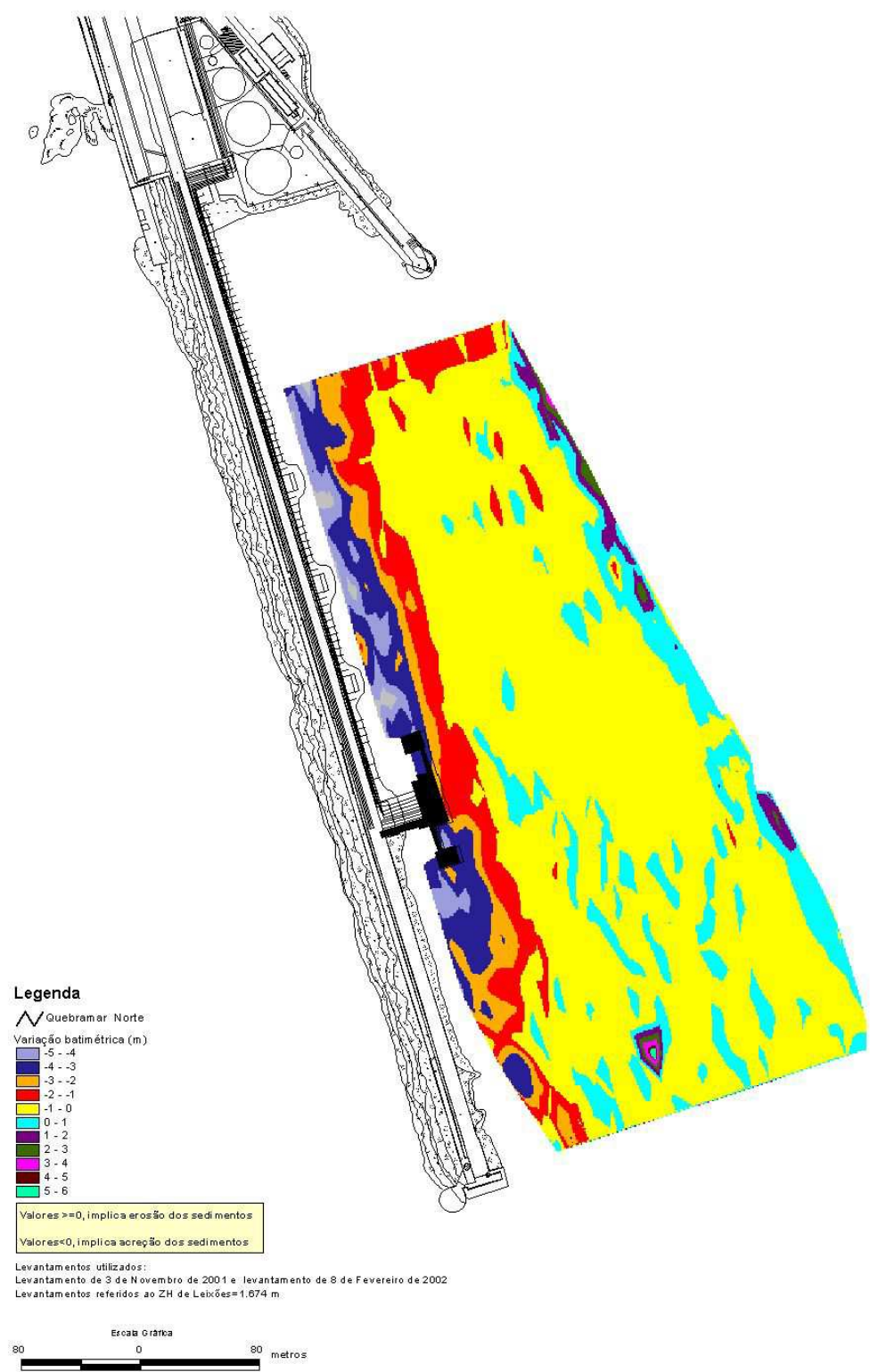
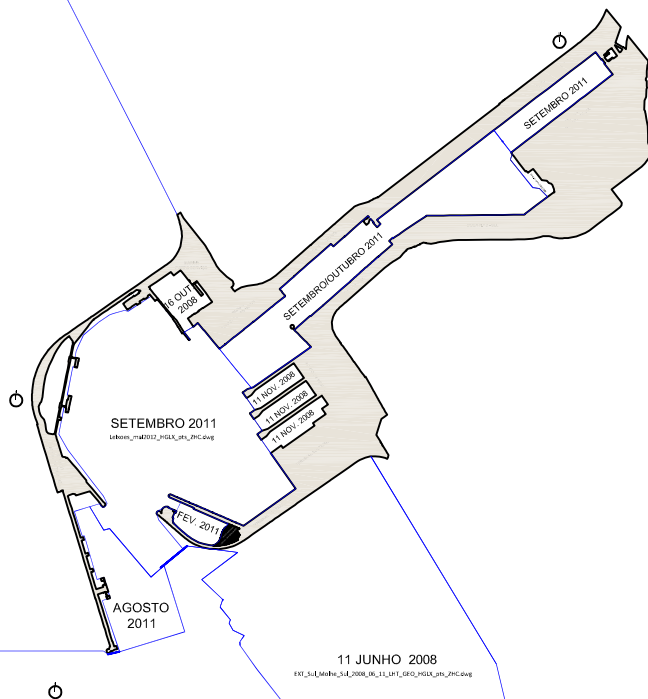


Figura 3: Análisis comparativo entre levantamientos en la zona del puesto de amarre A

APÉNDICE I

MAIO 2004
2004_05_00_instituto_Hiografico_GEO_MILITAR_HGLx_grala_bacia_exterior.dwg



11 JUNHO 2008
EXT_Sul_Matht_Sul_2008_R6_11_Lat_1_GEO_HGLx_grala.dwg

MAIO/JUNHO 2004
2004_05_00_instituto_Hiografico_GEO_MILITAR_HGLx_grala_bacia.dwg

MAIO 2004
2004_05_00_instituto_Hiografico_GEO_MILITAR_HGLx_grala_bacia_exterior.dwg

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 03

GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
2.	MARCO GEOLÓGICO	1
3.	HISTORIA GEOLÓGICA	3
4.	TECTÓNICA	5
5.	MATERIALES	6
6.	GEOTECNIA.....	7

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la costa portuguesa, el litoral va cambiando de forma. La morfología y las características geomorfológicas de los materiales que conforman el litoral dependen en gran medida de las características de las formaciones geológicas terrestres y varían en función de los factores ambientales que inciden sobre los diferentes tramos de costa.

Por este motivo, se realiza un estudio de la geología de la zona para conocer la naturaleza del terreno, y para tener una idea de cuál puede ser su respuesta frente a nuevas estructuras.

2. MARCO GEOLÓGICO

La geología de Portugal responde a una larga historia geológica, desde los tiempos proterozoicos hasta la actualidad. Las huellas y cicatrices de esta historia configuran la corteza continental, la estructura y naturaleza de las rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias que la componen, así como los actuales relieves.

El Portugal Continental se puede dividir en 5 regiones que lo dividen geológicamente: Zona Centro Ibérica, Zona de Ossa-Morena, Zona Sul-Portuguesa, Orla Occidental y Orla Algavia. En la figura 1 se muestra su reparto a lo largo de la geografía portuguesa, explicándose posteriormente las características que definen cada una de estas zonas.

Zona Centro Ibérica: Es la que presenta mayor extensión y puede ser considerada como el eje de una antigua cadena montañosa. Esta unidad aflora esencialmente en la mitad septentrional de Portugal, cuyas características más importantes son la presencia de rocas paleozoicas y grandes extensiones de rocas del pre-cámbrico. Las rocas predominantes son los granitos.

Zona de Ossa-Morena: Se localiza al sur de la zona Centro-Ibérica. En esta zona se puede destacar la existencia de rocas con gran interés económico, como los mármoles, particularmente los de la faja de Sousel-Estremoz-Vila Viçosa.

Zona Sul-Portuguesa: Se localiza al sur de la Zona de Ossa-Morena y se caracteriza por el afloramiento de materiales relativamente jóvenes (Devónico y Carbonífero), que en algunos casos están afectados por un metamorfismo de bajo grado. Las rocas más abundantes de esta zona son sedimentarias, las cuales se encuentran asociadas a importantes yacimientos minerales (Faja Piritosa Ibérica) que han sido explotados desde la antigüedad. Entre las numerosas minas existentes en la Faja Piritosa Ibérica, destaca la de Neves-Corvo. Esta mina

produce enormes cantidades de cobre y estaño que son utilizadas a nivel industrial para fabricar hilo eléctrico, numerosas aleaciones (latón y bronce) e incluso monedas.

Orla Occidental y Orla Algarvia: Están esencialmente constituidas por materiales sedimentarios mesoceno-zóicos, sobretudo calcáreas, arcillas, arenitas, etc. Con algunas intrusiones magmáticas y restos de lava. Al nivel de las cuencas del Tejo y el Sado, se encuentran depósitos de cobertura de edad más reciente.

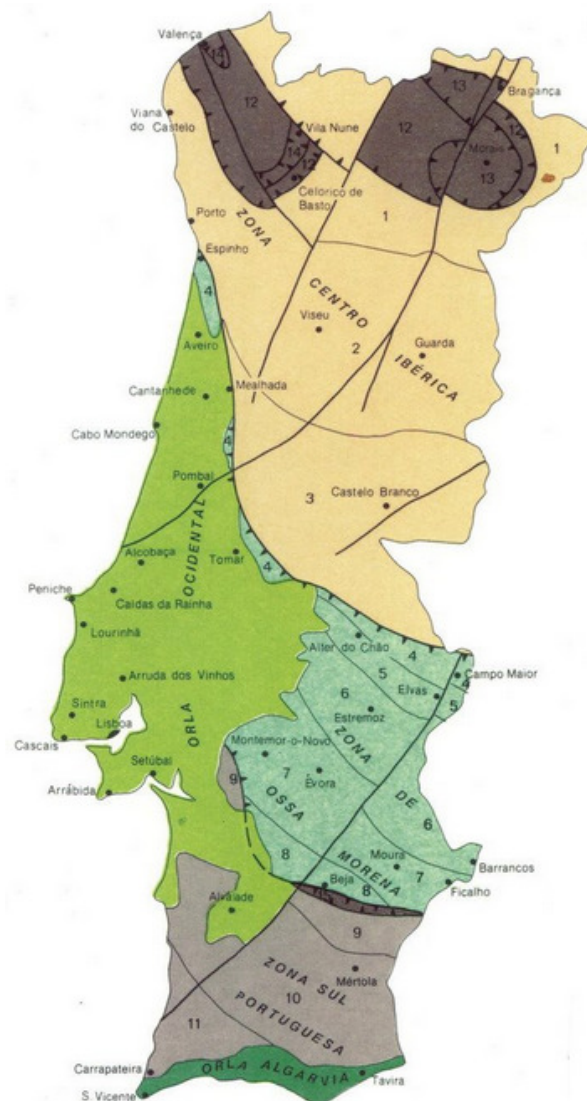


Figura 1: División Geológica del Portugal Continental.

El Puerto de Leixões se encuentra en la zona Centro Ibérica.

3. HISTORIA GEOLÓGICA

Existe una plataforma de altura variable que bordea todo el litoral portugués. Esta plataforma está generalmente organizada en mesetas y soporta depósitos con características muy variadas, que se definirán más adelante. La explicación tradicional que identificaba estas mesetas como niveles de playas antiguas, atestando a variaciones eustáticas (variaciones del nivel del mar respecto a los continentes, supuestamente inmóviles) del Cuaternario, limitadas por el interior por una franja fósil fue aceptada en la comunidad científica hasta mediados de los años ochenta.

En los años ochenta y noventa se inició una modificación sensible de la visión que se tenía de la plataforma litoral portuguesa. De las ideas de un eustatismo estricto, combinado con una supuesta estabilidad del continente, se pasó a tener una visión más compleja y dinámica.

Desde el punto de vista geológico, la región de Porto se integra en una faja metamórfica, de dirección general NNO-SSE, que se prolonga desde los alrededores de la desembocadura del Duero hasta Tomar, y se designa como la faja de cizallamiento de Porto-Tomar. Esta faja, que envuelve terrenos del Proterozoico medio-superior, forma parte del Terreno Autóctono Ibérico y se incluye en la Zona de Centro Ibérica, tal y como se ha explicado. Esta zona se divide en diferentes sectores para su caracterización más detallada, perteneciendo el puerto de Leixões al sector do Porto, situado en la zona litoral entre la desembocadura del río Duero y el Duero de San Francisco Xavier. En este sector afloran metamorfitos que se incluyen en las dos unidades tectonoestratigráficas: La Unidade de Lordelo do Ouro (micaxistos y cuarzotectónicos) y la Unidad de Gneises de la Desembocadura del Duero (gneises, migmatitos y blastomilonitos). Estas unidades definen el designado Complejo Metamórfico de la Desembocadura del Duero.

En la figura 2 se muestra un mapa geológico del Portugal continental en el que se puede apreciar que la zona de Oporto está formada por cuencas sedimentarias Mesocenoicas del Cretácico y por granitos y ortogneises del magmatismo paleozoico.

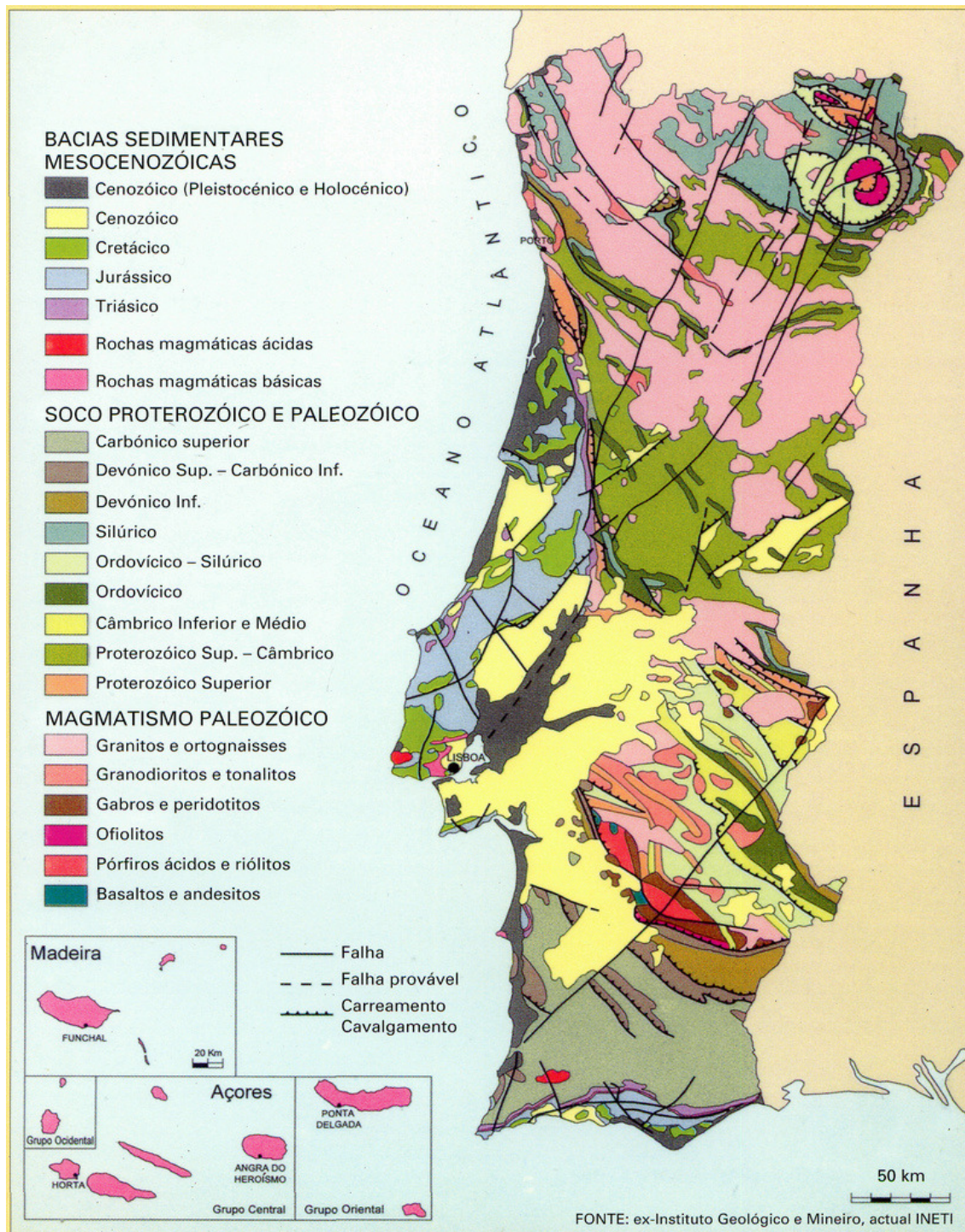


Figura 2: Mapa geológico de Portugal continental

4. TECTÓNICA

Portugal, en el contexto de la tectónica de placas, se sitúa en la placa Euro-Asiática, limitada el sur por la falla Açores-Gibraltar (FAG) que corresponde a la frontera entre las placas euro-asiática y africana y al oeste por la falla dorsal del océano Atlántico.

Debido a este contexto tectónico, el territorio portugués constituye una zona de sismicidad importante. La carta de isosistas (Línea imaginaria que une los puntos de la superficie terrestre donde se ha registrado la misma intensidad durante un movimiento sísmico) máximas observadas hasta la actualidad, nos permite concluir que el riesgo sísmico en el continente es elevado. Además, las mayores concentraciones demográficas se sitúan en el litoral, que son las áreas con mayor intensidad sísmica observada.

En la Figura 2, se observa el mapa de isosistas de Portugal, donde se puede apreciar que el área de Porto corresponde a la Zona de intensidad VI, la segunda más baja del país.

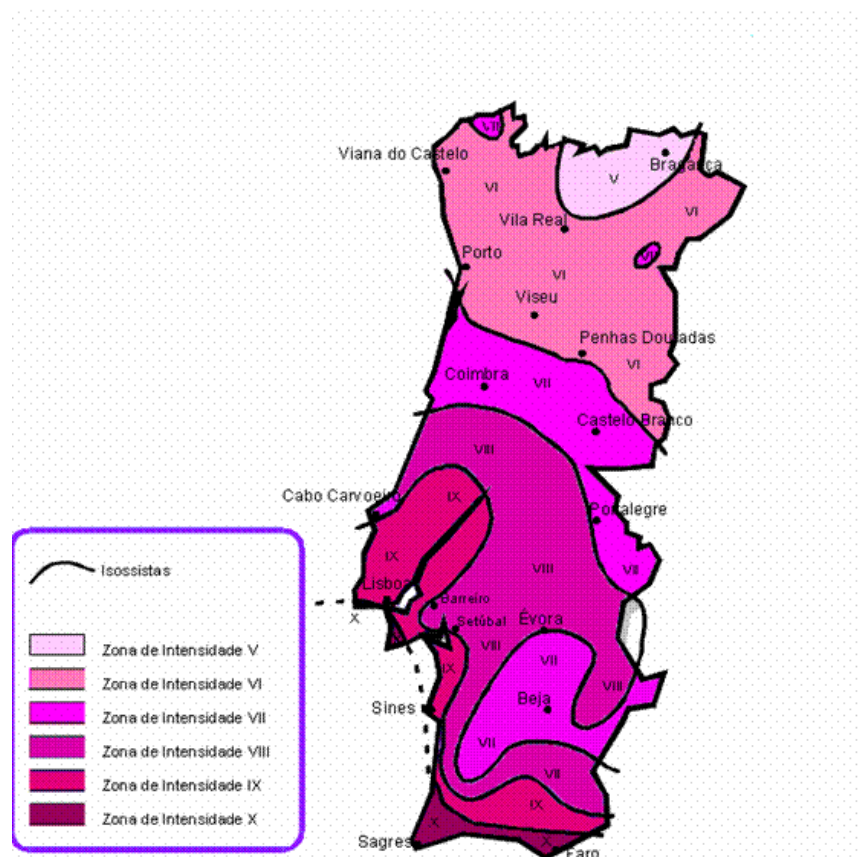


Figura 3: Mapa de isosistas de intensidades máximas.

5. MATERIALES

La zona costera más próxima al puerto de Leixões presenta una gran variedad de materiales. Esta variedad queda reflejada en la figura 4, donde se puede apreciar que los alrededores del puerto están formados por Granitos de grano fino y por arenas de playa.

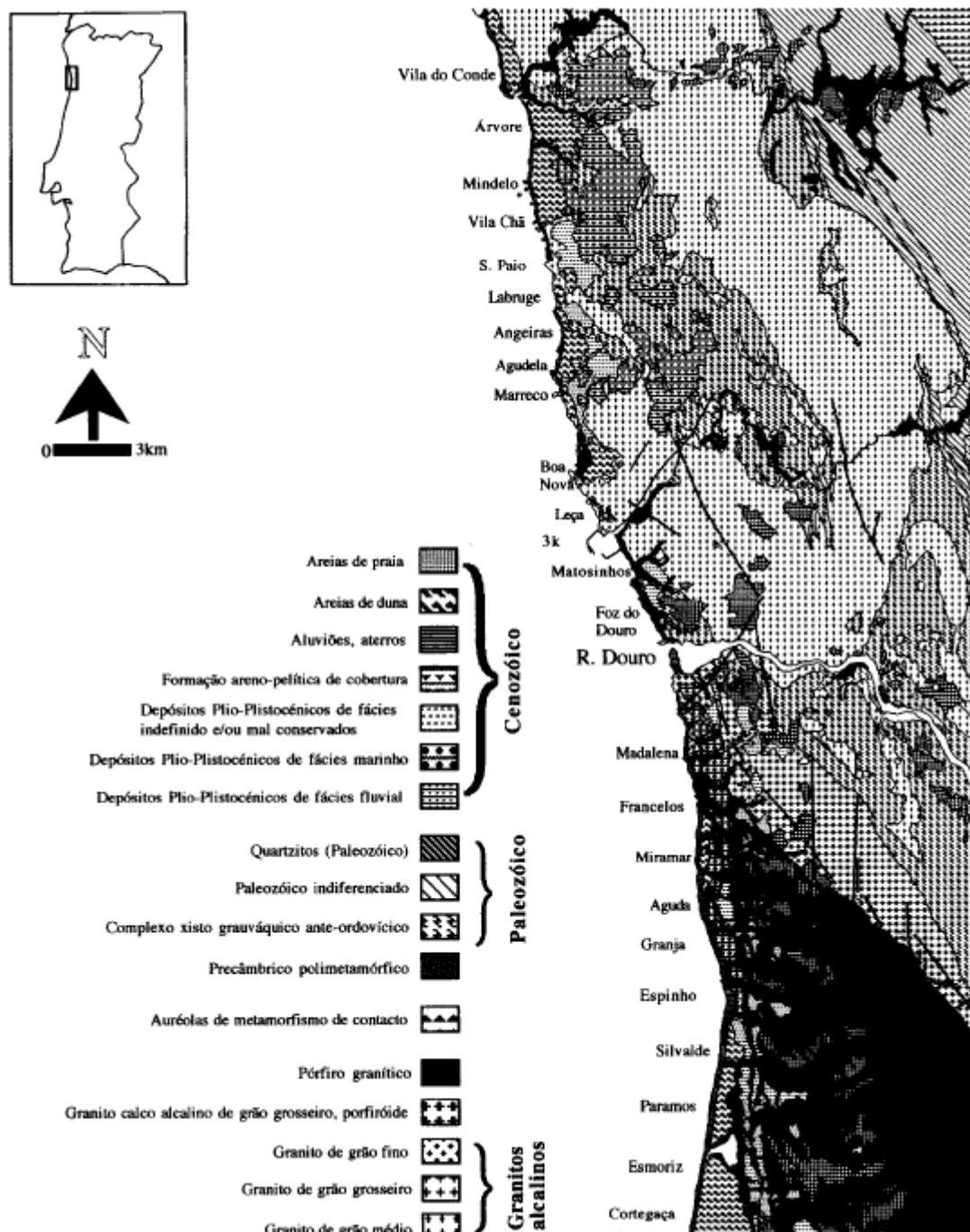


Figura 4: Materiales que conforman la costa portuguesa

6. GEOTECNIA

La información geotécnica para la realización de este anejo se ha extraído de una Tese de Maestría desarrollada en el Instituto Técnico Superior do Porto por la alumna Catarina Tavares.

Para la realización de esta tesis, se realizaron los siguientes trabajos de campo:

- 24 sondeos de percusión, en el transcurso de los cuales se realizaron 171 ensayos de penetración dinámica (SPT) y 55 ensayos de corte rotativo (Vane Test) y se cogieron 81 muestras alteradas y 58 muestras intactas.
- 28 ensayos de penetración estática CPT

A partir de estas muestras, se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio:

- Sobre las muestras intactas obtenidas en los sondeos: Ensayos de identificación (granulometría, límites de Atterberg, pesos específicos y grado de humedad), ensayos de resistencia al corte (compresión no limitada y compresión axial), ensayos de compresibilidad edométrica (ensayos de edómetro con drenaje vertical y con drenaje radial)
- Sobre el conjunto de muestras alteradas obtenidas en los sondeos: Ensayos de identificación (granulometría y límites de Atterberg)

Descripción general de las formaciones geológicas locales:

- Aterramientos superficiales, constituidos por arenas graníticas con potencias variables de 1.0 a 17.0 metros.
- Formaciones aluviales, constituidas por una sucesión de estratos limo-arcillosos o limo-arenosos, cuyas potencias varían de 2.2 a 27 m.
- Formaciones graníticas, generalmente alteradas en la superficie.

Caracterización de las formaciones:

- Los aterramientos están esencialmente constituidos por suelos incoherentes con granulometría variable entre arena fina y gravas finas, con valores de resistencia SPT generalmente comprendidos entre 10 y 40 Kg/cm².
- Los estratos aluviales limo-arcillosos están constituidos por suelos cuya fracción fina (limos y arcillas) varía del 50 al 95 %.

Las características de resistencia, medidas “in situ”, de estos estratos, son valores característicos de suelos coherentes con consistencia variable entre “muy blanda” a “media”

Los resultados de las resistencias medidas “in situ” se representan en la siguiente tabla.

Resistencia SPT (N)	0 a 10
Resistencia CPT (Rp-resistencia de punta en KG/cm ²)	0 a 16
Resistencia Vane Test (RC-resistencia al corte en Kg/m ²)	0.07 a 0.90

Tabla 1: Resistencias medidas "in situ"

Las características de resistencia al corte (Tabla 2), determinadas en base a los ensayos de laboratorio de algunas de las muestras cogidas en estos estratos, muestran la influencia que tienen los parámetros de cohesión y ángulo de rozamiento interno en las cantidades relativas de arcilla, limo y arena constituyentes en los suelos de las muestras.

Ensayo de compresión simple	Cohesión= 0.15 a 0.5 (Kg/cm ²)			
Ensayo de compresión triaxial (tensiones totales)	Cohesión (Kg/cm ²)	0.0	0.4	1.0
	Ángulo de rozamiento (grados)	22	14	4

Tabla 2: Resultados de los ensayos de laboratorio de resistencia al corte.

Los resultados de los ensayos edométricos (Tabla 3) con drenaje vertical, constatan que, de una manera general, las órdenes de grandeza de los valores obtenidos son característicos de los suelos limo-arcillosos compresibles.

Coeficiente de compresibilidad volumétrica (m_v)	1.0 a $6.2 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{kg}$
Coeficiente de consolidación (c_v)	0.8 a $7.6 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{kg}$
Coeficiente de permeabilidad (k_v)	3.4 a $21.0 \times 10^{-9} \text{ cm}^2/\text{kg}$

Tabla 3: Resultados de los ensayos edométricos.

Los ensayos edométricos con drenaje radial presentan valores de coeficiente de consolidación (c_r) variables entre 60 y $110 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$, o sea, valores excesivos para los suelos en presencia. En la práctica, los valores de c_r deben variar de $2c_v$ a $10c_v$, como consecuencia de la estratificación horizontal de los suelos, de este modo fue necesario adoptar valores prudentes.

- Los estratos aluviales areno-limosos están constituidos por suelos, con una fracción fina de limos y arcillas es bastante menor que en los estratos aluviales limo-arcillosos y una mayor cantidad de arenas, y los estratos arcillosos están constituidos por arena de granulometría muy variable. Los estratos aluviales son

areno-limosos más permeables que los estratos aluviales limo-arcillosos.

- Las formaciones graníticas representan, generalmente, una tongada alterada en la superficie con algunos metros de espesor. La compacidad en esta tongada es muy densa con resistencias elevadas ($SPT > 60$).

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 04

CLIMA MARÍTIMO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	FUENTES DE DATOS	2
3.	FILTRADO DE DATOS	3
4.	ESTUDIO DEL OLEAJE A LARGO PLAZO	4
4.1.	RÉGIMEN EXTREMAL	4
4.1.1.	Régimen extremal escalar.....	4
4.1.2.	Distribución Gumbel:	8
4.1.3.	Distribución Weibull:	11
4.1.4.	Comparación de los resultados obtenidos	13
4.1.5.	Régimen extremal direccional	14
4.2.	RÉGIMEN MEDIO	18
4.2.1.	Régimen medio direccional	18
4.2.2.	Régimen medio escalar.....	25
5.	PROPAGACIÓN DEL OLEAJE	28
5.1.	PROPAGACIÓN POR TEORÍA LINEAL.....	29
5.2.	CONDICIONES DE LA ZONA DE ESTUDIO	32
5.3.	PROPAGACIÓN A PIE DE TALUD	34
6.	DESCRIPCIÓN METEOROLÓGICA	41
6.1.	VIENTO.....	41
6.2.	TEMPERATURA DEL AGUA.....	42
6.3.	PRECIPITACIÓN	42
6.4.	MAREA	43
6.5.	RESUMEN.....	43
	APÉNDICE I	415

1. INTRODUCCIÓN

La caracterización del oleaje es fundamental para el diseño de obras marítimas, ya que la acción del oleaje es normalmente el esfuerzo más importante que tiene que resistir una estructura de este tipo. Una mal estudio de oleaje puede provocar grandes pérdidas económicas, bien porque se haya sobredimensionado la estructura o , por el contrario, porque se haya producido un colapso.

Para un buen estudio del clima de oleaje es necesario hacerlo desde el punto de vista del clima medio y del clima extremal por separado. Se analizan los datos obtenidos en aguas profundas, donde están colocados los aparatos, y se propagan los resultados hasta la línea de la cosa, donde está situada la estructura.

Para ello es necesario disponer de una serie de datos lo suficientemente larga y completa como para poder tomar conclusiones con un alto grado de fiabilidad. Normalmente estos datos se obtienen mediante boyas que miden datos reales, pero también existen puntos con datos obtenidos mediante simulación numérica.

En el presente anejo, se exponen los datos utilizados para el estudio y la caracterización de los regímenes medios y extremales oleaje.

2. FUENTES DE DATOS

El análisis del clima marítimo asociado al oleaje tiene como objetivo definir las condiciones de oleaje medio y extremo que afectan a la zona de estudio para así poder estudiar la situación más desfavorable para la estructura a diseñar.

Para ello, se recurre a datos proporcionados por boyas situadas a cierta distancia de la costa y que registran valores de altura de ola significativa, dirección y periodo del oleaje. En el caso de estudio, se han utilizado boyas del Instituto Hidrográfico Marinha Portugal que midieron en diferentes profundidades y posiciones en distintos periodos de tiempo que se muestran en la Tabla 1.

	Periodo medición	Latitud	Longitud	Profundidad
Boya Leixões	Enero 2003 - Agosto 2013	41°19'00"N	8°59'00"O	83 m

Tabla 1: Características boya Leixões

La boya se encuentra a aproximadamente 28 km del puerto de Leixões, en la Figura 1 se muestra un esquema de la localización.

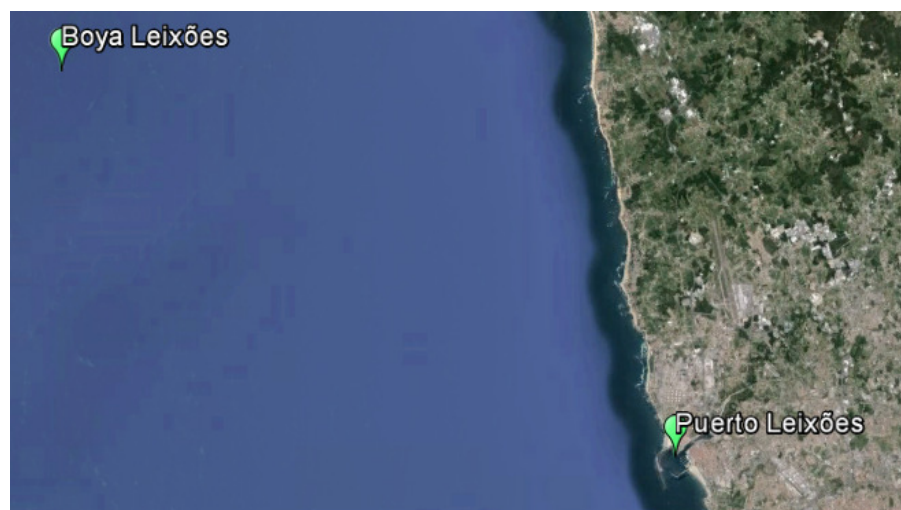


Figura 1: Localización de la Boya de Leixões

Se midió Altura de ola significativa, periodo asociado a la ola significativa y dirección del oleaje. En el Apéndice I se muestran los informes proporcionados de los datos obtenidos por las boyas.

3. FILTRADO DE DATOS

El proceso de filtrado de datos ha sido largo ya que no se presentaban de forma homogénea. Las medidas eran tomadas cada 3h pero cuando cuando se producía una tormenta la boya estaba programada para medir en intervalos inferiores, de 1h o incluso de 10 minutos. Además, había muchos periodos en que no existían datos, normalmente asociados a una tormenta en la que el aparato tuvo algún problema y no pudo funcionar con normalidad.

Para el análisis del oleaje es imprescindible tener una serie continua de datos medidos en intervalo constante y, por tanto, se ha eliminado los huecos y se ha homogeneizado el intervalo de medida, convirtiéndolo en intervalo constante de 3h.

El número de días sin medidas es bastante elevado para algunos años, lo cual interfiere bastante en la calidad de las conclusiones que se puedan extraer sobre clima de oleaje. Además, los periodos en los que la boya no ha funcionado correctamente normalmente coinciden con épocas de oleaje elevado. Este factor se debe tener en cuenta cuando se calcule la altura de ola de diseño y las direcciones de oleaje.

	Días sin medida	Porcentaje sobre el total
2003	15.25	4.18 %
2004	65.25	17.82 %
2005	120.5	33.01 %
2006	80.25	21.98 %
2007	18.875	5.17 %
2008	28.625	7.82 %
2009	32.625	8.93 %
2010	44.375	12.15 %
2011	26.75	7.33 %
2012	31.75	6.67 %
2013	130.25	35.68 %

Tabla 2: Cantidad de datos erróneos o no tomados en el periodo 2003-2013

4. ESTUDIO DEL OLEAJE A LARGO PLAZO

El estudio a largo plazo del oleaje consiste en el análisis estadístico de una serie de datos que deben cubrir el máximo número de años posible. De esta forma, se evitan conclusiones basadas en oleaje estacionario y se obtiene una descripción de las características climatológicas reales.

La descripción estadística del oleaje se debe estudiar desde dos puntos de vista diferentes:

- Régimen de oleaje o clima medio: Pretende buscar una ley que defina el porcentaje de tiempo que una altura de ola excede un valor umbral para el año medio que depende de la situación geográfica de la zona de estudio.
- Régimen de temporales o clima extremal: Pretende buscar una función de distribución de los valores extremos de las alturas de ola, es decir, de los oleajes asociados a condiciones de temporal.

Esta caracterización del oleaje se debe realizar tanto en profundidades indefinidas, que es de donde se obtienen los datos, como en las proximidades de la zona de estudio que es donde es necesario conocer las características del oleaje. Para ello, se deberá propagar el oleaje desde la boya de donde se obtienen los datos hasta la zona de estudio y así obtener los valores de diseño para el cálculo de la estructura.

4.1. RÉGIMEN EXTREMAL

4.1.1. Régimen extremal escalar

El estudio del régimen extremal escalar es necesario para determinar las acciones de diseño de la obra marítima. Para ello, es necesario definir un valor de la altura de ola significativa asumiendo un nivel de riesgo y una vida útil de la estructura a diseñar. Por tanto, interviene la probabilidad de que esa ola sea superada o no y en consecuencia se deberá obtener una función de distribución de los valores extremos de la altura de ola significativa que relacione los valores máximos previsibles de esta variable con la probabilidad de que no sean superados en un año.

El método empleado para realizar el análisis estadístico de extremos es el Método de los Máximos Relativos o POT (Peak Over Threshold Method). El que está basado en la consideración de los temporales independientes cuya altura de ola significativa, H_s , supere un cierto umbral.

Los pasos a seguir para la aplicación del método son los siguientes:

1. Selección de los temporales independientes contenidos en la serie temporal de la que se dispone. Para ello, es necesario definir qué se considera temporal independiente:
 - H_s ha de ser mayor a un valor umbral que se obtiene en la ROM 03.91.
 - La duración del temporal ha de ser mayor a 6h.
 - La separación entre temporales ha de ser mayor a 4 días.

De estos temporales seleccionados, se extrae la altura máxima obteniendo una lista de N_T alturas de ola máxima, siendo N_T el número de temporales.

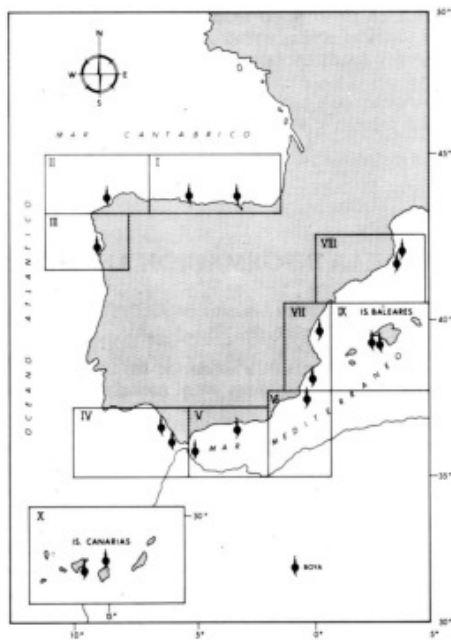
2. Se determina el tiempo efectivo de medida T_{ef} , en años.
3. Conociendo el número de temporales en la serie temporal y el tiempo de medida efectivo, se puede determinar el número medio de temporales al año.

$$\lambda = N_T / T_{ef}$$

4. Se ordena el número de temporales independientes en orden decreciente según su valor de $H_{s,max}$.
5. Se calcula $P(H < H_i)$
6. Se elige la función probabilística para calcular $F(x) = P(H_s < x)$

En Portugal no existe normativa ni recomendación en el diseño de obras marítimas. Es por eso que se ha utilizado igualmente la Recomendación sobre Obras Marítimas española, debido a que la ciudad de Oporto se encuentra a tan sólo 85 km de la frontera en línea recta. Por tanto, el nivel de riesgo y la vida útil se han definido según la ROM 03.91.

En la Imagen 3 se puede observar la división regional que se realiza del litoral español y los parámetros de tormenta que se definen para la zona considerada.



Área	Boya de medida	Coordenadas de situación	Profundidad de fondeo en BMVE (m)	Período de medida	$H_{s,T}$ (m)
III	Cabo Silleiro	8° 56' 30" W	75	1986-1990	3,0

Figura 2: División regional y definición parámetros de tormenta

Se ha considerado que el puerto de Leixões se encuentra en la zona III, ya que es la más próxima a la zona de estudio. Para esta zona, se define una altura de ola de tormenta de 3m.

En la tabla 2, se muestra los valores de altura de ola significativa máxima de cada tormenta y su probabilidad asociada $P = P(H \leq H_i)$, ordenados de menor a mayor.

Hs (m)	P
3.04	0.004651
3.05	0.009302
3.07	0.013953
3.08	0.018605
3.1	0.023256
3.11	0.027907
3.11	0.032558
3.11	0.037209
3.12	0.04186
3.13	0.046512
3.13	0.051163
3.13	0.055814
3.14	0.060465
3.15	0.065116
3.18	0.069767

Hs (m)	P
3.62	0.334884
3.63	0.339535
3.63	0.344186
3.63	0.348837
3.65	0.353488
3.65	0.35814
3.66	0.362791
3.66	0.367442
3.67	0.372093
3.68	0.376744
3.69	0.381395
3.7	0.386047
3.72	0.390698
3.72	0.395349
3.73	0.4

Hs (m)	P
4.34	0.665116
4.35	0.004651
4.37	0.004651
4.39	0.004651
4.42	0.004651
4.46	0.004651
4.47	0.004651
4.54	0.004651
4.58	0.004651
4.63	0.004651
4.64	0.004651
4.66	0.004651
4.67	0.004651
4.69	0.004651
4.74	0.004651

3.18	0.074419	3.74	0.404651	4.75	0.004651
3.19	0.07907	3.74	0.409302	4.78	0.004651
3.19	0.083721	3.74	0.413953	4.78	0.004651
3.2	0.088372	3.77	0.418605	4.8	0.004651
3.21	0.093023	3.77	0.423256	4.8	0.004651
3.21	0.097674	3.78	0.427907	4.82	0.004651
3.23	0.102326	3.78	0.432558	4.84	0.004651
3.23	0.106977	3.79	0.437209	4.85	0.004651
3.24	0.111628	3.82	0.44186	4.85	0.004651
3.24	0.116279	3.82	0.446512	4.85	0.004651
3.25	0.12093	3.84	0.451163	4.87	0.004651
3.25	0.125581	3.85	0.455814	4.88	0.004651
3.27	0.130233	3.87	0.460465	5	0.004651
3.28	0.134884	3.87	0.465116	5.02	0.004651
3.28	0.139535	3.88	0.469767	5.05	0.004651
3.28	0.144186	3.89	0.474419	5.06	0.004651
3.28	0.148837	3.89	0.47907	5.08	0.004651
3.29	0.153488	3.89	0.483721	5.11	0.004651
3.29	0.15814	3.9	0.488372	5.13	0.004651
3.3	0.162791	3.9	0.493023	5.19	0.004651
3.3	0.167442	3.9	0.497674	5.2	0.004651
3.3	0.172093	3.91	0.502326	5.23	0.004651
3.31	0.176744	3.93	0.506977	5.25	0.004651
3.34	0.181395	3.94	0.511628	5.36	0.004651
3.35	0.186047	3.95	0.516279	5.36	0.004651
3.36	0.190698	3.96	0.52093	5.36	0.004651
3.36	0.195349	3.98	0.525581	5.38	0.004651
3.36	0.2	4.02	0.530233	5.41	0.004651
3.36	0.204651	4.03	0.534884	5.44	0.004651
3.38	0.209302	4.03	0.539535	5.44	0.004651
3.39	0.213953	4.03	0.544186	5.45	0.004651
3.39	0.218605	4.05	0.548837	5.5	0.004651
3.39	0.223256	4.06	0.553488	5.56	0.004651
3.42	0.227907	4.08	0.55814	5.57	0.004651
3.42	0.232558	4.09	0.562791	5.57	0.004651
3.44	0.237209	4.09	0.567442	5.6	0.004651
3.44	0.24186	4.11	0.572093	5.79	0.004651
3.45	0.246512	4.11	0.576744	5.88	0.004651
3.46	0.251163	4.11	0.581395	5.92	0.004651
3.46	0.255814	4.12	0.586047	6	0.004651
3.46	0.260465	4.12	0.590698	6.07	0.004651
3.47	0.265116	4.16	0.595349	6.22	0.004651
3.48	0.269767	4.17	0.6	6.31	0.004651
3.48	0.274419	4.17	0.604651	6.4	0.004651
3.5	0.27907	4.19	0.609302	6.44	0.004651

3.5	0.283721	4.19	0.613953	6.47	0.004651
3.52	0.288372	4.24	0.618605	6.52	0.004651
3.52	0.293023	4.25	0.623256	6.52	0.004651
3.53	0.297674	4.25	0.627907	6.66	0.004651
3.56	0.302326	4.26	0.632558	6.68	0.004651
3.57	0.306977	4.27	0.637209	6.76	0.004651
3.57	0.311628	4.28	0.64186	7.07	0.004651
3.61	0.316279	4.28	0.646512	7.68	0.004651
3.61	0.32093	4.29	0.651163	8.11	0.004651
3.62	0.325581	4.33	0.655814	8.27	0.004651
3.62	0.330233	4.33	0.660465	8.31	0.004651
				8.49	0.004651
				9.2	0.004651

Tabla 3: Alturas de ola máxima de cada tormenta y probabilidad asociada

Existen dos distribuciones estadísticas de extremos con las que se puede realizar el ajuste estadístico: la distribución Gumbel y la distribución Weibull. Se realizará de ambas formas y se discutirán los resultados para decidir cuál de los dos se ajusta mejor a los datos muestrales de los que se dispone.

4.1.2. Distribución Gumbel:

La función de distribución de Gumbel está dada por la expresión:

$$P(H_s \leq x) = \exp \left[-\exp \left(\frac{H_{ss} - \gamma}{\beta} \right) \right]$$

Donde γ, β son los coeficientes de la distribución. Realizando algunas transformaciones, se linealiza esta expresión y se pueden calcular los coeficientes mediante una regresión lineal.

Aplicando logaritmo a cada lado de la ecuación dos veces:

$$\ln P = -\exp \left(-\frac{H_{ss} - \gamma}{\beta} \right)$$

$$-\ln(-\ln P) = \frac{1}{\beta} H_{ss} - \frac{\gamma}{\beta}$$

Al término a la izquierda de la ecuación se le llama:

$$G = -\ln(-\ln P)$$

Por tanto, queda la relación lineal:

$$G = \frac{1}{\beta} H_{ss} - \frac{\gamma}{\beta} \rightarrow G = AH_{ss} + B$$

Los valores de G se calculan a partir de cada valor de P. Se dibujan los valores de G en función de Hs y se realiza la regresión lineal.

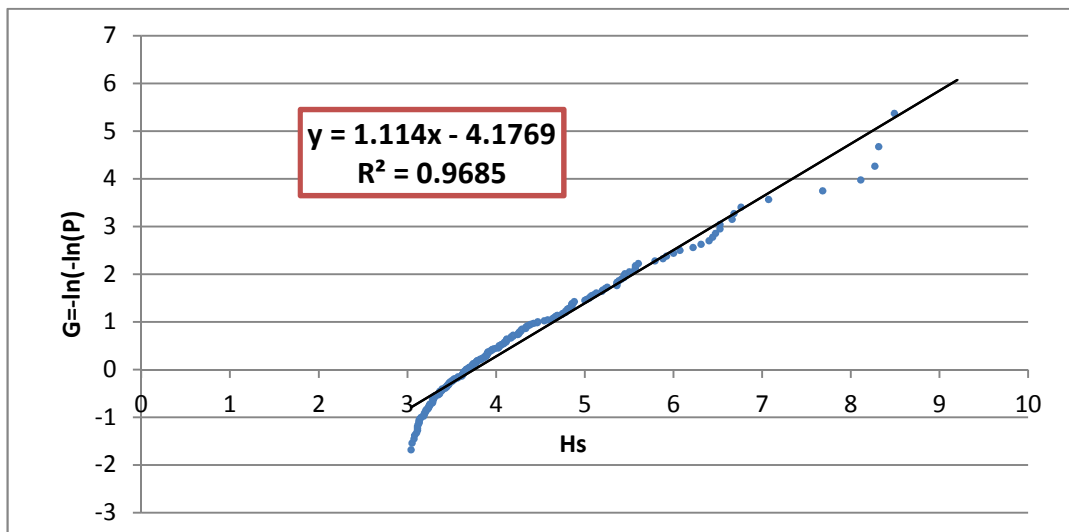


Figura 3: Probabilidad de excedencia de Gumbel

Los parámetros de la regresión han tenido valor $A=0.8976$ y $B=-4.1769$. Deshaciendo la transformación, se obtienen los parámetros de la distribución Gumbel.

$$A = \frac{1}{\beta} = 1.114 \rightarrow \beta = 0.8976$$

$$B = \frac{\gamma}{\beta} = -4.1769 \rightarrow \gamma = 3.749461$$

Por tanto, la función de distribución de Gumbel está dada por la expresión:

$$P(H_s \leq x) = \exp \left[-\exp \left(\frac{H_{ss} - 3.749}{0.8976} \right) \right]$$

Con esta ecuación lo único que se obtiene es la probabilidad de ocurrencia de una tormenta determinada y lo que se necesita es saber cuál es la probabilidad de que una

tormenta ocurra con una probabilidad asociada a un periodo de retorno determinado. Por tanto, se debe transformar esta información a probabilidad por año y para ello, se definen los siguientes parámetros:

Número de tormentas (N): 215

Tiempo efectivo de medida (T_{ef}) : 9.38 años

Tormentas por año (N_s): 22.92 tormentas/año.

Se define Q como la probabilidad de excedencia, por tanto $Q=1-P$. Se transforma esta probabilidad (Q) en probabilidad de excedencia de una tormenta en un año (Q_s) de la siguiente manera:

$$Q_s = N_s Q$$

Por tanto, $Q = Q_s/N_s$

Se sustituye este valor en la función de distribución de Gumbel en la que se ha despejado H_s .

$$H_s = \gamma - \beta \ln \left(\ln \left(\frac{1}{P} \right) \right) = \gamma - \beta \ln \left(\ln \left(\frac{1}{1 - Q_s/N_s} \right) \right)$$

Por tanto queda:

$$H_s = \gamma - \beta \ln \left(\ln \left(\frac{1}{P} \right) \right) = \gamma - \beta \ln \left(\ln \left(\frac{N_s}{N_s - Q_s} \right) \right)$$

Se obtiene como resultado, para diferentes periodos de retorno:

TR	5	10	15	25	37	50	70	100	112	200	500
H (m)	8.00	8.63	8.99	9.44	9.80	10.07	10.37	10.69	10.77	11.31	12.14

Tabla 4: Altura de ola de diseño asociada a distintos periodos de retorno

4.1.3. Distribución Weibull:

La función de distribución de Weibull está dada por la expresión:

$$Q = P(H_s \geq x) = \left[-\exp\left(\frac{H_{ss} - \gamma}{\beta}\right) \right]^\alpha$$

Donde $\gamma, \beta, \frac{1}{\alpha}$ son los coeficientes de la distribución. De la misma forma que con la distribución Gumbel, realizando algunas transformaciones, se linealiza esta expresión y se pueden calcular los coeficientes mediante una regresión lineal. Con este método sólo se puede calcular dos de estas variables, así que la tercera se debe obtener mediante iteración.

Aplicando logaritmo a cada lado de la ecuación dos veces:

$$-\ln Q = \left[\frac{H_{ss} - \gamma}{\beta} \right]^\alpha$$

$$(-\ln Q)^{1/\alpha} = \frac{1}{\beta} H_{ss} - \frac{\gamma}{\beta}$$

Llamaremos W (Término de Weibull) a la parte izquierda de la ecuación:

$$W = (-\ln Q)^{1/\alpha}$$

Por tanto, la regresión queda:

$$W = \frac{1}{\beta} H_{ss} - \frac{\gamma}{\beta} = A H_{ss} + B$$

Los valores de W se calculan a partir de cada valor de Q, que es 1-P. Como el parámetro W depende del valor de $1/\alpha$, se ha ido iterando ese valor hasta obtener el valor más elevado del R^2 de la regresión, es decir, el valor que hace que se ajuste mejor el modelo.

Los coeficientes obtenidos son:

$$A=0.7919$$

$$B=-2.4102$$

$$\frac{1}{\alpha}=0.93$$

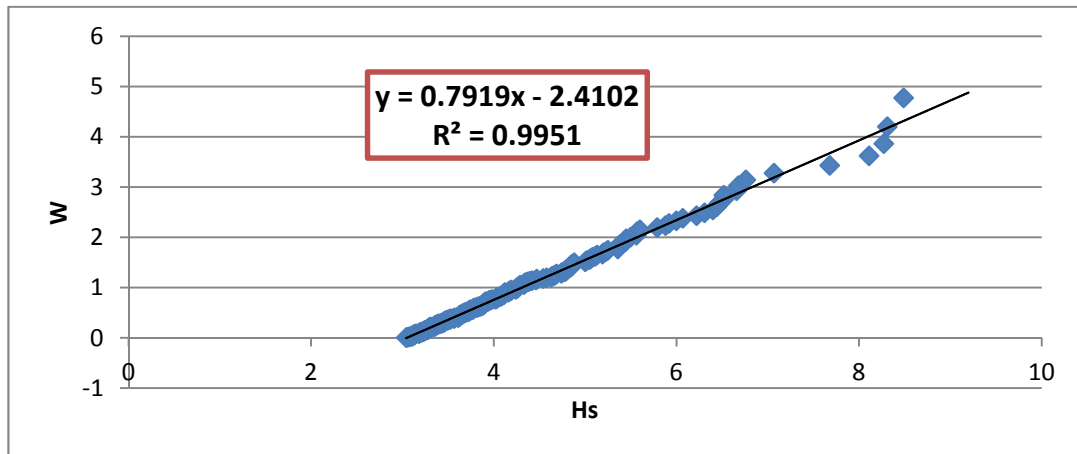


Figura 4: Probabilidad de excedencia de Weibull

Deshaciendo la transformación, se obtienen los parámetros de la distribución Weibull.

$$A = \frac{1}{\beta} = 0.7919 \rightarrow \beta = 1.2628$$

$$B = \frac{\gamma}{\beta} = -2.4102 \rightarrow \gamma = 3.0436$$

Por tanto, la función de distribución de Weibull está dada por la expresión:

$$Q = P(H_s \geq x) = \left[-\exp\left(\frac{H_{ss} - 3.0436}{1.2628}\right) \right]^{1.075}$$

Transformaremos esta expresión para obtener la probabilidad de que una tormenta ocurra con una probabilidad asociada a un periodo de retorno determinado, de la

misma forma que se ha hecho con la distribución Gumbel. Los parámetros son los mismos que en el caso anterior:

Número de tormentas (N): 215

Tiempo efectivo de medida (T_{ef}) : 9.38 años

Tormentas por año (N_s): 22.92 tormentas/año.

Se define Q como la probabilidad de excedencia, por tanto $Q=1-P$. Se transforma esta probabilidad (Q) en probabilidad de excedencia de una tormenta en un año (Q_s) de la siguiente manera:

$$Q_s = N_s Q$$

Por tanto, $Q = Q_s/N_s$

Se sustituye este valor en la función de distribución de Weibull en la que se ha despejado H_s

$$H_s = \gamma - \beta \left\{ -\ln \left[\frac{Q_s}{N_s} \right] \right\}^{1/\alpha}$$

Se obtiene como resultado, para diferentes periodos de retorno:

TR	5	10	15	25	37	50	70	100	112	200	500
H (m)	8.41	9.14	9.56	10.09	10.49	10.80	11.15	11.51	11.62	12.21	13.13

Tabla 5: Altura de ola de diseño asociada a distintos periodos de retorno.

4.1.4. Comparación de los resultados obtenidos

Por último, falta decidir qué distribución se utilizará finalmente y para ello se va a observar dos aspectos.

El primero es el coeficiente de determinación R^2 , determina la calidad del modelo para replicar los resultados, y la proporción de variación de los resultados que puede explicarse por el modelo. Los valores que toma están entre 0 y 1, siendo cercano a 1

cuando el modelo es de buena calidad.

- Distribución Gumbel $R^2 = 0.9685$

- Distribución Weibull $R^2 = 0.9951$

El segundo aspecto que se mirará es qué distribución proporciona valores de altura de ola más elevados, ya que se estará teniendo en cuenta el caso más desfavorable.

	PERIODO DE RETORNO										
H(m)	5	10	15	25	37	50	70	100	112	200	500
Gumbel	8.00	8.63	8.99	9.44	9.80	10.07	10.37	10.69	10.77	11.31	12.14
Weibull	8.41	9.14	9.56	10.09	10.49	10.80	11.15	11.51	11.62	12.21	13.13

Tabla 6: Comparación de los resultados obtenidos con Gumbel y Weibull

La distribución Weibull proporciona un valor más elevado de R^2 y valores más altos de altura de ola. Es por eso que se ha utilizado para el cálculo de la altura de ola de diseño.

4.1.5. Régimen extremal direccional

Para estudiar el régimen extremal direccional se utiliza el método de los coeficientes direccionales, que son el valor por el cual se debe multiplicar el valor de la altura de ola obtenida en el régimen extremal escalar para obtener su valor en cada dirección.

Se calcula el coeficiente de direccionalidad K_α para cada dirección a partir de los datos procedentes de la boya de Leixões. Se obtienen a partir de la relación aproximada entre las alturas de ola extremas del oleaje en aguas profundas en las direcciones o sectores que puede presentarse. Por tanto, K_α se define de la siguiente manera:

$$K_\alpha = \frac{H_{max,sector}}{H_{max,serie\ de\ datos}}$$

Por tanto, el coeficiente 1 se asigna a la dirección que presenta mayor altura de ola asociada.

Los resultados se presentan en la Tabla 7.

SECTOR	ORIENTACIÓN	$H_{\max, \text{sector}}$	K_{α}
0-22.5	N	0.76	0.083
22.5-45	NNE	0	0
45-67.5	NE	1.36	0.148
67.5-90	ENE	1.39	0.151
90-112.5	E	1.34	0.146
112.5-135	ESE	1.49	0.162
135-157.5	SE	0	0
157.5-180	SSE	2.24	0.243
180-202.5	S	2.83	0.308
202.5-225	SSO	5.5	0.598
225-247.5	SO	5.51	0.599
247.5-270	OSO	7.5	0.815
270-292.5	O	8.31	0.903
292.5-315	ONO	9.2	1
315-337.5	NO	8.49	0.923
337.5-360	NNO	3.79	0.412

Tabla 7: Coeficientes de direccionalidad por sector direccional.

Aplicando los coeficientes direccionales a las diferentes alturas de ola obtenidas para cada periodo de retorno, se obtiene la altura de ola significativa para cada dirección de incidencia del oleaje, tal y como muestra la Tabla 8.

	PERIODO DE RETORNO										
	5	10	15	25	37	50	70	100	112	200	500
N	0.695	0.755	0.790	0.834	0.867	0.892	0.921	0.951	0.960	1.009	1.085
NNE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
NE	1.244	1.351	1.413	1.492	1.551	1.597	1.648	1.702	1.719	1.805	1.942
ENE	1.271	1.381	1.445	1.524	1.585	1.632	1.684	1.739	1.756	1.845	1.985
E	1.225	1.331	1.393	1.470	1.528	1.573	1.624	1.676	1.693	1.779	1.913
ESE	1.363	1.480	1.549	1.634	1.700	1.750	1.805	1.864	1.883	1.978	2.128
SE	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
SSE	2.048	2.225	2.328	2.457	2.555	2.630	2.714	2.802	2.831	2.974	3.199
S	2.588	2.811	2.941	3.104	3.228	3.323	3.429	3.541	3.576	3.757	4.041
SSO	5.030	5.464	5.716	6.032	6.273	6.458	6.664	6.881	6.950	7.302	7.854
SO	5.039	5.474	5.726	6.043	6.285	6.470	6.676	6.894	6.963	7.315	7.868
OSO	6.858	7.451	7.795	8.226	8.555	8.806	9.087	9.383	9.477	9.957	10.710
O	7.599	8.255	8.636	9.114	9.479	9.758	10.068	10.397	10.501	11.032	11.866
ONO	8.413	9.139	9.561	10.090	10.494	10.803	11.147	11.510	11.626	12.214	13.137
NO	7.764	8.434	8.823	9.311	9.684	9.969	10.286	10.622	10.728	11.271	12.123
NNO	3.466	3.765	3.939	4.157	4.323	4.450	4.592	4.742	4.789	5.031	5.412

Tabla 8: Altura de ola por sector direccional según el periodo de retorno

La normativa ROM 0.3-91 sugiere unas relaciones entre periodo pico, periodo medio y altura de ola en régimen extremal. Esta relación varía en función de la localización geográfica y siguiendo el criterio utilizado anteriormente, se considerará que la zona de estudio corresponde al litoral gallego.

E - REGISTROS INSTRUMENTALES: CORRELACIONES ALTURA DE OLA / PERIODO EN TEMPORALES					
BOYA	$P = H_s / L_T = \frac{2\pi H_s}{g T_p^2}$	T_p / T	RELACION FINAL $\frac{H_s (m)}{T_p (s)}$	VALORES DE DISEÑO	
				$H_s (m)$	$T_p^* (s)$
CABO SILLEIRO	0.015 - 0.06	≈ 1.25	$T_p = (4-82)\sqrt{H_s}$	7	10.5-21.5
				9	12-24.5
				11	13-27
				13	14.5-29.5

Figura 5: Relación T_p - H_s establecida por la ROM 0.3-91

$$T_p = (4 \leftrightarrow 8)\sqrt{H_s} = 5\sqrt{H_s}$$

$$T_m = \frac{T_p}{1.15}$$

Finalmente se muestra la tabla para el periodo de retorno de cálculo, en las direcciones de oleaje más desfavorables y con los periodos medios y pico asociados.

	PERIODO DE RETORNO			
	50	70	100	112
	Altura de ola significativa (Hs)			
SSO	6.458	6.664	6.881	6.95
SO	6.47	6.676	6.894	6.963
OSO	8.806	9.087	9.383	9.477
O	9.758	10.068	10.397	10.501
ONO	10.803	11.147	11.51	11.626
NO	9.969	10.286	10.622	10.728
NNO	4.45	4.592	4.742	4.789

Tabla 9: Altura de ola significativa según dirección y periodo de retorno

	PERIODO DE RETORNO			
	50	70	100	112
	Periodo pico (Tp)			
SSO	15.247557	15.488835	15.738996	15.817712
SO	15.261717	15.502774	15.753857	15.832498
OSO	17.804943	18.086791	18.37901	18.470842
O	18.742679	19.038067	19.346628	19.443148
ONO	19.72075	20.032274	20.355835	20.458152
NO	18.944234	19.243077	19.554846	19.652175
NNO	12.657014	12.857371	13.06568	13.13027

Tabla 10: Periodo pico según dirección y periodo de retorno

	PERIODO DE RETORNO			
	50	70	100	112
	Periodo medio (Tm)			
SSO	13.258745	13.468552	13.686084	13.754532
SO	13.271058	13.480673	13.699006	13.76739
OSO	15.482559	15.727644	15.981748	16.061602
O	16.297981	16.554841	16.823154	16.907085
ONO	17.148479	17.419369	17.700726	17.789698
NO	16.473247	16.73311	17.004214	17.088848
NNO	11.006099	11.180323	11.361461	11.417626

Tabla 11: Periodo medio según dirección y periodo de retorno

4.2. RÉGIMEN MEDIO

Se puede definir como régimen medio de una serie temporal al conjunto de estados de oleaje que más probablemente nos podemos encontrar. La boya proporciona datos de oleaje expresados en forma de altura de ola significativa, periodo y dirección del oleaje, por tanto habrá que diferenciar entre régimen medio direccional y escalar.

El clima medio se debe conocer para obtener los coeficientes de direccionalidad y condiciones del oleaje que serán necesarias para análisis de operatividad, agitación y estudio de dinámica litoral.

4.2.1. Régimen medio direccional

Así, mediante la rosa de oleaje se ha representado la altura de oleaje por cada sector, con un rango de direcciones por sector de 22.5°.

A continuación se muestran las rosas de oleaje del periodo de toma de datos (2003-2013).

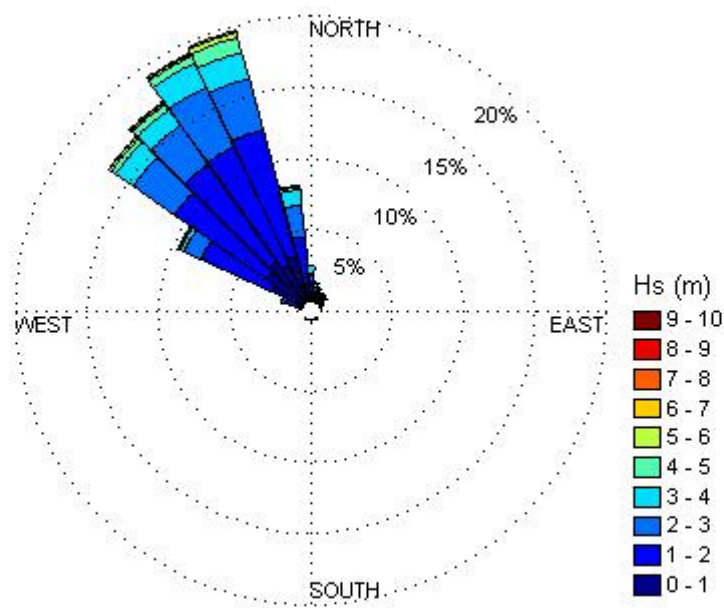


Figura 6: Rosa de oleaje 2003

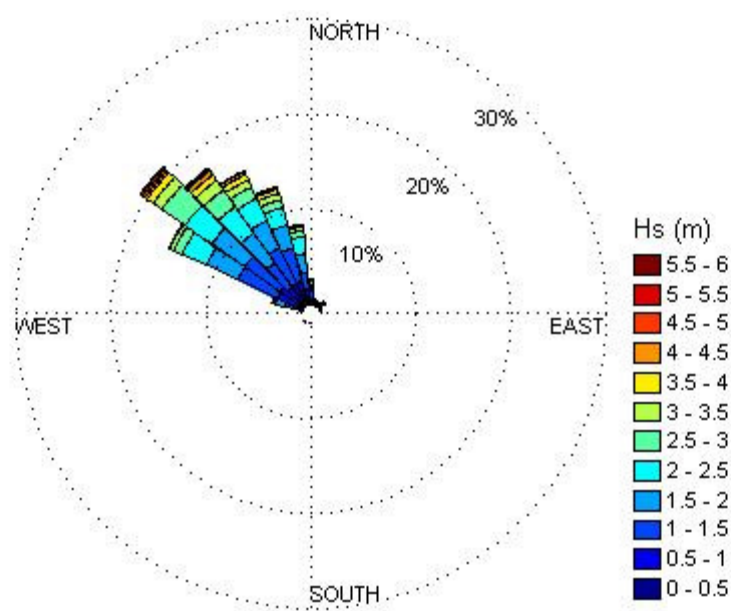


Figura 7: Rosa de oleaje 2004

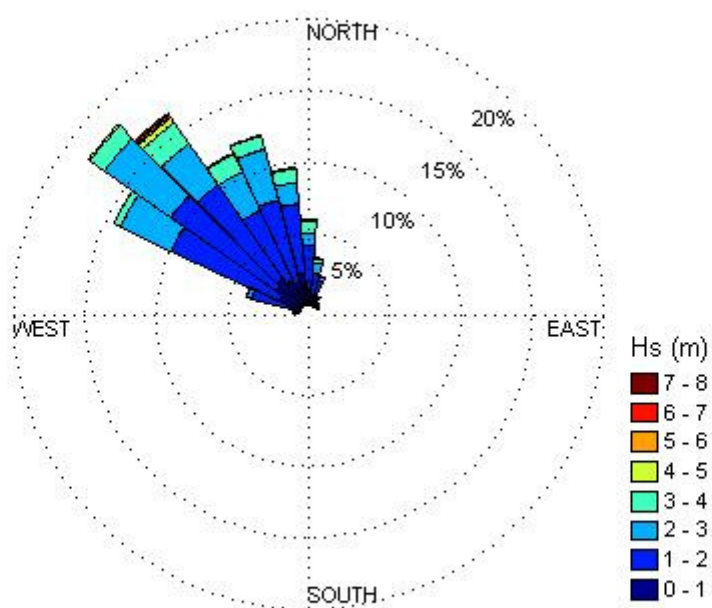


Figura 8: Rosa de oleaje 2005

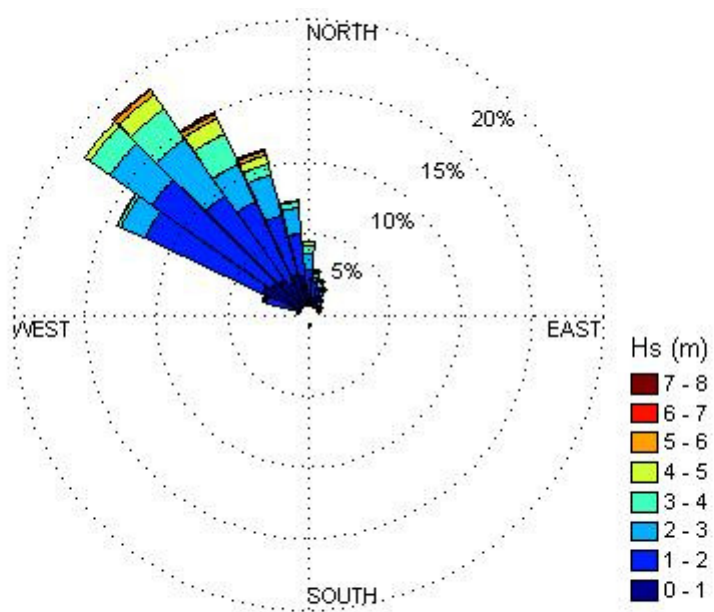


Figura 9: Rosa de oleaje 2006

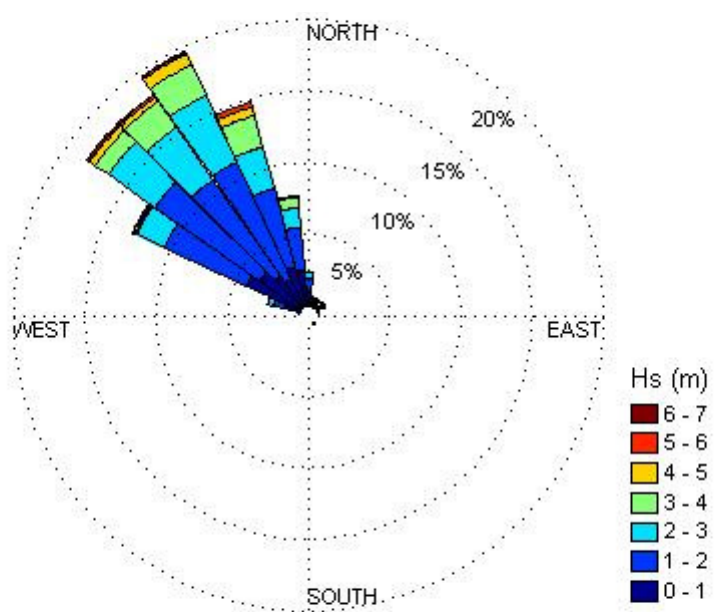


Figura 10: Rosa de oleaje 2007

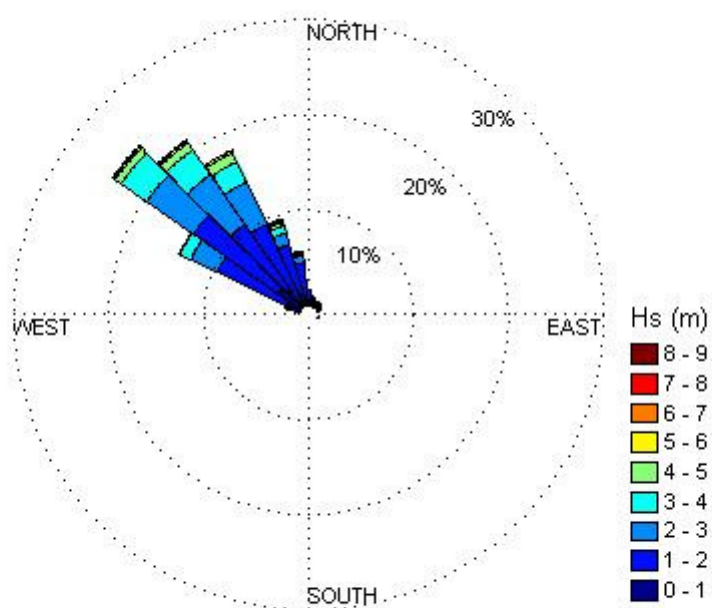


Figura 11: Rosa de oleaje 2008

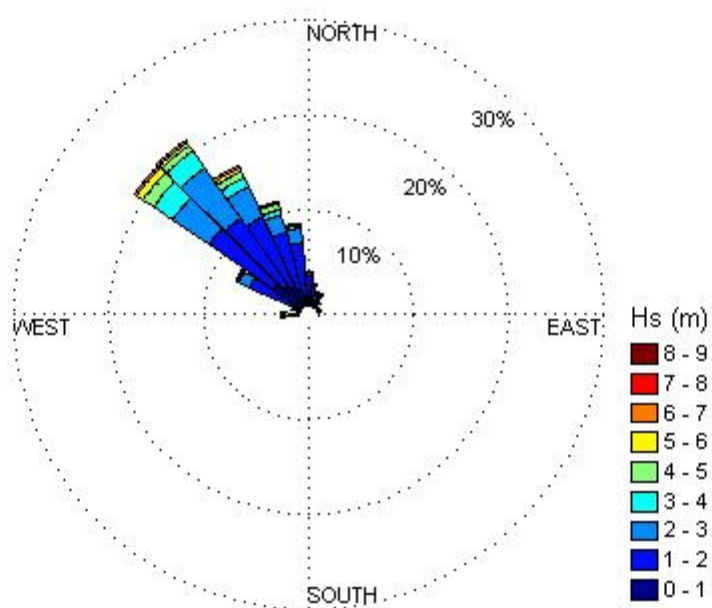


Figura 12: Rosa de oleaje 2009

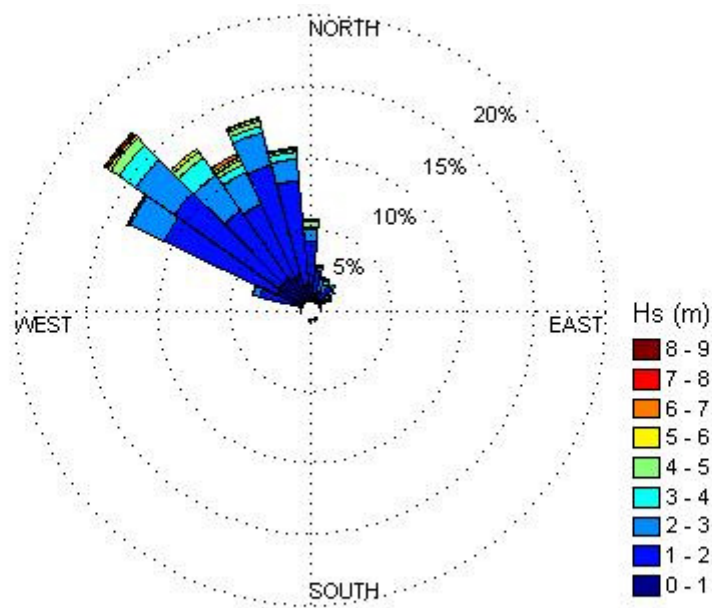


Figura 13: Rosa de oleaje 2010

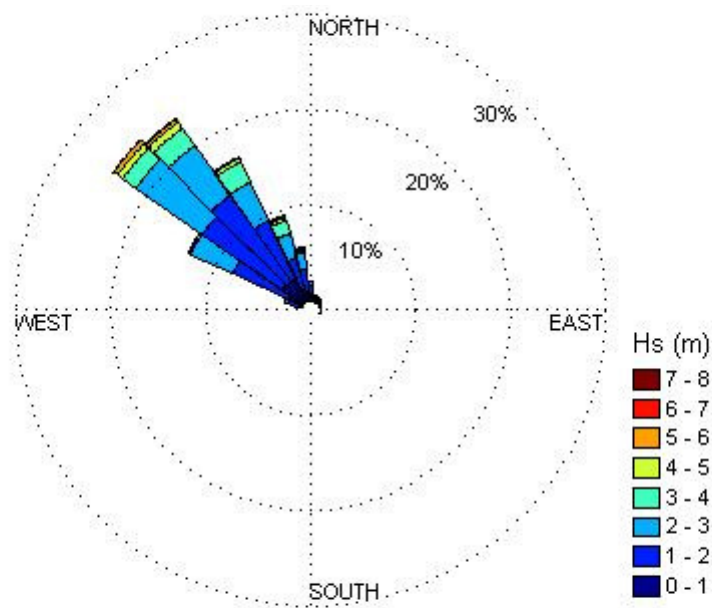


Figura 14: Rosa de oleaje 2011

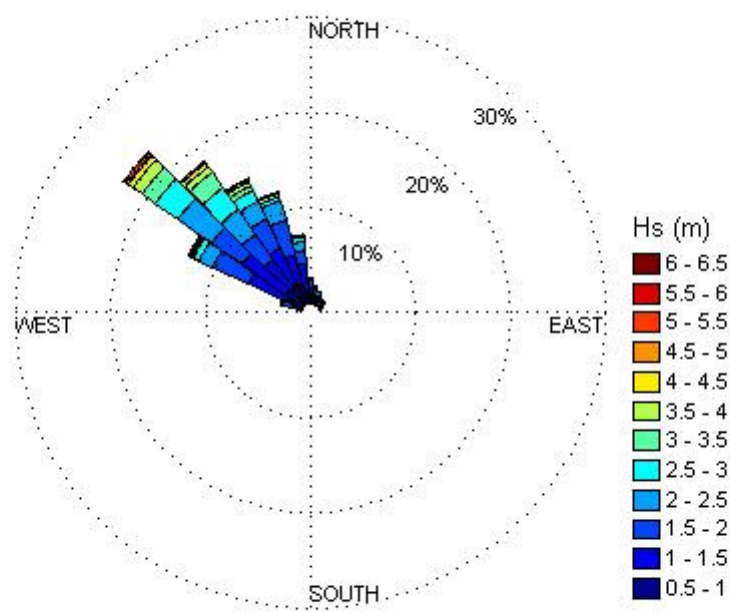


Figura 15: Rosa de oleaje 2012

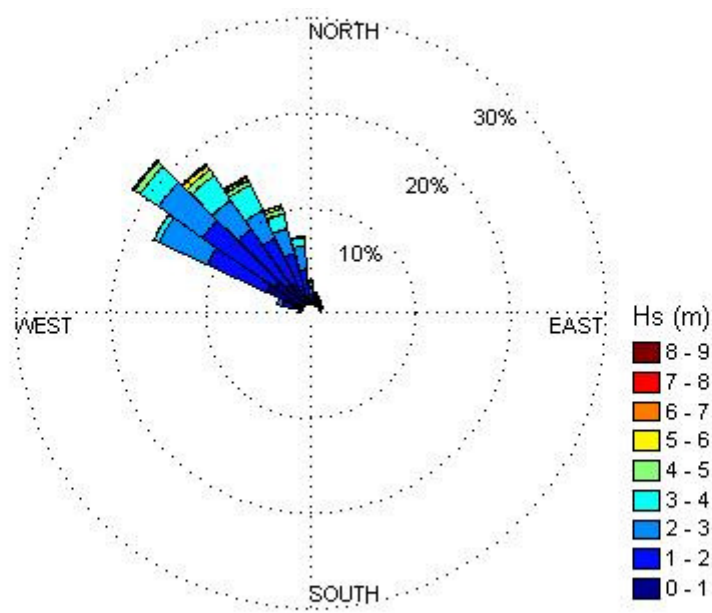


Figura 16: Rosa de oleaje 2013

Por último, en la figura 17, se muestran los porcentajes de aparición en el periodo de medición del 2003-2013.

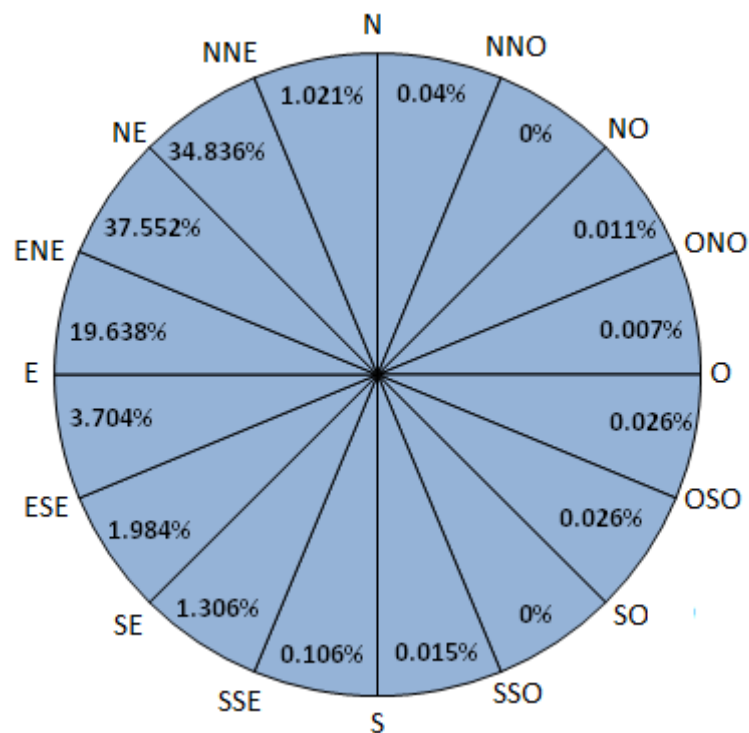


Figura 17: Porcentajes de aparición en el periodo de medición del 2003 al 2013

Se observa que la dirección predominante del oleaje es NW-NNW.

4.2.2. Régimen medio escalar

Se denomina régimen medio escalar a la función de distribución estadística que define el porcentaje de tiempo en un año en que, en un año medio, la altura de ola no supera un determinado valor.

Se puede calcular mediante dos procedimientos distintos:

- A partir de un histograma acumulado de tiempos de excedencia de cada nivel de altura de ola. Para ello es necesario construir las curvas de estados del mar que cuando se tiene una muestra con elevado número de huecos, como es el caso, se hace de difícil ejecución.
- Determinar la probabilidad de no excedencia de un determinado nivel de altura de ola a partir de los datos maestres con una determinada

formulación (plotting position).

La altura de ola significativa para un año climático medio no sigue una distribución estadística conocida, por tanto se debe ajustar a distintos modelos conocidos. Para este caso,

$$Q = P(H_s \geq x) = \left[-\exp\left(\frac{H_{ss} - \gamma}{\beta}\right) \right]^\alpha$$

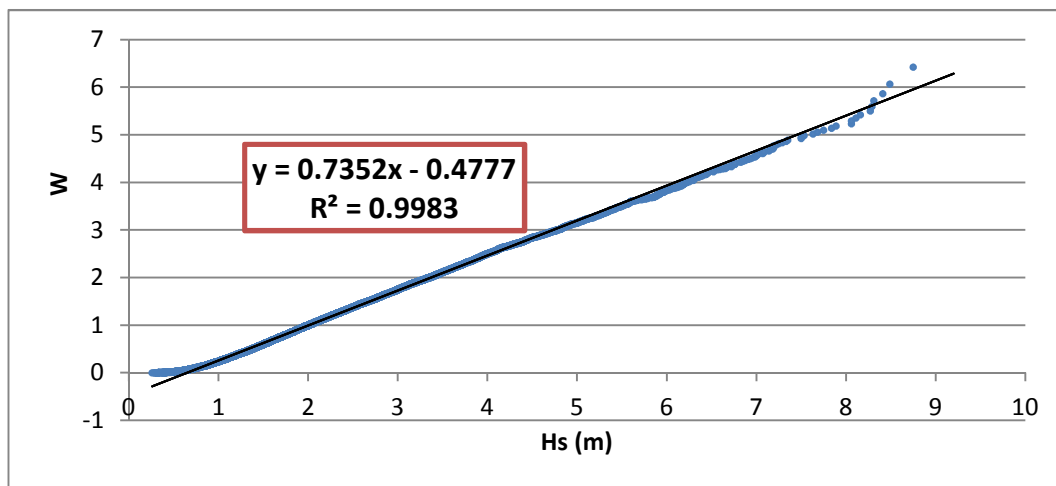


Figura 18: Régimen medio escalar asociado a la boya de Leixões

Deshaciendo la transformación queda la expresión:

$$Q = P(H_s \geq x) = \left[-\exp\left(\frac{H_{ss} - 0.6498}{1.360}\right) \right]^{1.25}$$

Por último se muestra una tabla de frecuencias

Todas las direcciones		Periodo T (s)																TOTAL
		3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	
Altura de ola significativa Hs (m)	0-0.5	0.004	0.047	0.161	0.234	0.164	0.084	0.022	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.734
	0.5-1	0.026	0.416	1.567	3.211	3.467	2.751	1.907	0.928	0.201	0.051	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.528
	1-1.5	0.000	0.146	2.042	4.175	5.414	5.275	4.037	2.586	1.235	0.457	0.113	0.022	0.004	0.004	0.000	0.000	25.509
	1.5-2	0.000	0.000	0.698	2.966	3.770	4.267	3.956	3.178	2.035	0.895	0.263	0.102	0.040	0.007	0.000	0.000	22.177
	2-2.5	0.000	0.000	0.018	0.994	1.808	2.298	2.911	2.813	2.035	0.997	0.402	0.139	0.047	0.011	0.011	0.000	14.484
	2.5-3	0.000	0.000	0.000	0.095	0.661	1.154	1.830	2.130	1.724	0.858	0.438	0.164	0.033	0.018	0.004	0.004	9.114
	3-3.5	0.000	0.000	0.000	0.004	0.150	0.453	0.877	1.220	1.344	0.866	0.449	0.124	0.055	0.018	0.000	0.000	5.560
	3.5-4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.186	0.541	0.581	0.950	0.676	0.479	0.121	0.018	0.015	0.000	0.000	3.573
	4-4.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.168	0.289	0.493	0.387	0.248	0.121	0.029	0.018	0.004	0.000	1.797
	4.5-5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.066	0.153	0.248	0.274	0.150	0.080	0.022	0.007	0.000	0.000	1.008
	5-5.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.058	0.142	0.153	0.197	0.058	0.044	0.007	0.000	0.004	0.683
	5.5-6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.018	0.026	0.080	0.088	0.069	0.040	0.022	0.004	0.000	0.358
	6-6.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.015	0.051	0.058	0.037	0.029	0.029	0.004	0.000	0.237
	6.5-7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.018	0.029	0.022	0.018	0.007	0.000	0.000	0.106
	7-7.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.015	0.015	0.011	0.004	0.015	0.000	0.000	0.062
	7.5-8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.004	0.007	0.004	0.004	0.000	0.000	0.029
	8-8.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.004	0.007	0.011	0.004	0.004	0.000	0.000	0.033
	8.5-9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.004
	9-9.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
	TOTAL	0.029	0.610	4.486	11.679	15.441	16.515	16.343	13.987	10.477	5.783	2.944	1.092	0.395	0.186	0.026	0.007	100.000

Figura 19: Tabla de frecuencias T-Hs medido durante el periodo 2003-2013 por la Boya de Leixões

5. PROPAGACIÓN DEL OLEAJE

Una vez se han caracterizado los oleajes en el punto donde se han obtenido los datos, se debe realizar una estimación de la evolución del oleaje y la altura de ola propagada hasta el pie de la estructura para poder dimensionar la estructura de ampliación del puerto. Para ello, se realiza la propagación de acuerdo con el procedimiento que establece la ROM 03-91 y el Shore Protection Manual.

En la propagación del oleaje intervienen básicamente tres fenómenos, que son la refracción, el asomeramiento o Shoaling y la rotura del oleaje. Estos procesos se explican de forma muy simplificada a continuación:

- Refracción: Se produce como consecuencia de la variación de la celeridad de la ola a lo largo de un mismo frente. Induce una curvatura en el frente de la ola de forma que tiende a hacerse paralelo a las líneas batimétricas y que provoca, por tanto, un cambio de dirección.
- Asomeramiento: Es debido a la variación de la velocidad de propagación del flujo de energía de las olas, conocido como celeridad de grupo. Esta variación se produce cuando varía la profundidad que se encuentran las olas a lo largo de su propagación. En consecuencia, varía la altura de la ola.
- Rotura: Fenómeno que se produce cuando la altura de la ola incidente y la profundidad cumplen con una relación determinada. Este instante marca el final de la zona de asomeramiento y el inicio de la zona de rotura.

Existen varias técnicas para calcular la propagación del oleaje. La primera son los modelos numéricos, por ejemplo SWAN, que aproximan la solución resolviendo fórmulas matemáticas. La segunda es la propuesta por la ROM 03.91 y el Shore Protection Manual que se basan en la teoría lineal del oleaje. Se ha optado por la utilización del segundo método ya que un modelo numérico precisa de una buena malla de batimetría desde el punto de toma de datos hasta donde se quiere propagar el oleaje y no dispuesto de una batimetría tan extensa.

5.1.PROPAGACIÓN POR TEORÍA LINEAL

Para la propagación del oleaje mediante la teoría lineal se deben tener en consideración estas premisas iniciales:

- Se asume en todo momento la teoría lineal de oleaje: periodo invariante lo largo de toda la propagación, ondas cortas, conservación de la energía entre ortogonales, etc.
- Se aplicará la ley de Snell para modelar el fenómeno de refracción que experimenta la ola al acercarse a la costa.
 - Los cambios en la batimetría no son bruscos sino graduales.
 - La pendiente de la costa se supone uniforme.
 - La dirección de avance de la onda es siempre perpendicular a la cresta del oleaje.
 - No se tendrán en cuenta efectos locales (mareas, vientos, corrientes, etc.).

La teoría lineal considera la siguiente relación entre la altura de ola en aguas profundas ($H_{s,0}$) y la altura de ola en el punto hasta donde se quiere propagar (H_s)

$$H_s = K_R \cdot H_{s,0}$$

$$K_R = K_s \cdot K_r$$

Donde:

K_R : Coeficiente de propagación total

K_s : Coeficiente de asomeramiento (Shoaling).

K_r : Coeficiente de refracción.

El coeficiente de refracción tiene en cuenta los efectos producidos por el cambio de dirección del oleaje y se calcula como el cuadrado de la relación entre el ángulo de las

líneas batimétricas.

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$

Las líneas batimétricas son aproximadamente paralelas a la costa, así que el ángulo α_0 se calcula como el ángulo entre los frentes de onda y la línea de costa, de la forma en que se muestra en la siguiente figura 20:

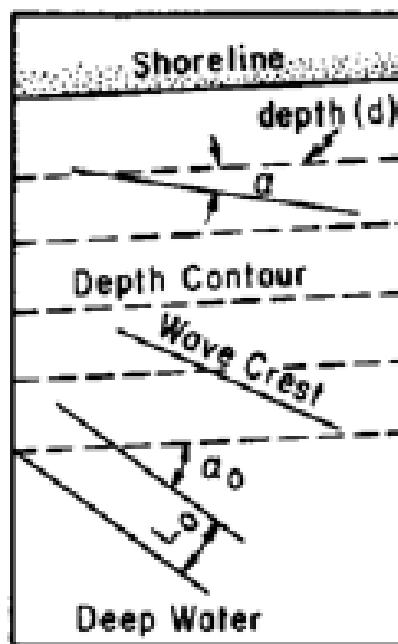


Figura 20: Esquema de cambio de dirección del oleaje con la profundidad. (Coastal Engineering Manual)

El ángulo en aguas someras se calculará a partir de la Ley de Snell.

$$\frac{c_0}{c} = \frac{\sin \alpha_0}{\sin \alpha}$$

Donde:

c_0 : Celeridad de las ondas en aguas profundas

c : Celeridad de las ondas en aguas someras.

Las fórmulas para calcular estas celeridades

- Aguas profundas: $c_0 = \frac{gT_m}{2\pi}$
- Aguas someras: $c = \sqrt{gh}$

Donde:

h: Calado

k: Número de onda

T_m : Periodo medio que se saca de:

- Aguas profundas: $L_{0m} = \frac{gT_m^2}{2\pi}$
- Aguas someras: $L_m = \sqrt{ghT_m^2}$

El coeficiente de Shoaling tiene en cuenta la variación de la altura de ola por los cambios en la batimetría. Relaciona la velocidad de grupo en aguas someras con la que se tiene en el pie de la estructura

$$K_s = \sqrt{\frac{c_{g0}}{c_g}}$$

- Aguas profundas: $c_{g0} = \frac{c_0}{2}$
- Aguas someras: $c_g = c$

El Shore Protection Manual (1984) presenta un ábaco para obtener el coeficiente de propagación total (K_R) que se ha utilizado únicamente para la comprobación de los resultados obtenidos analíticamente ya que su precisión es baja.

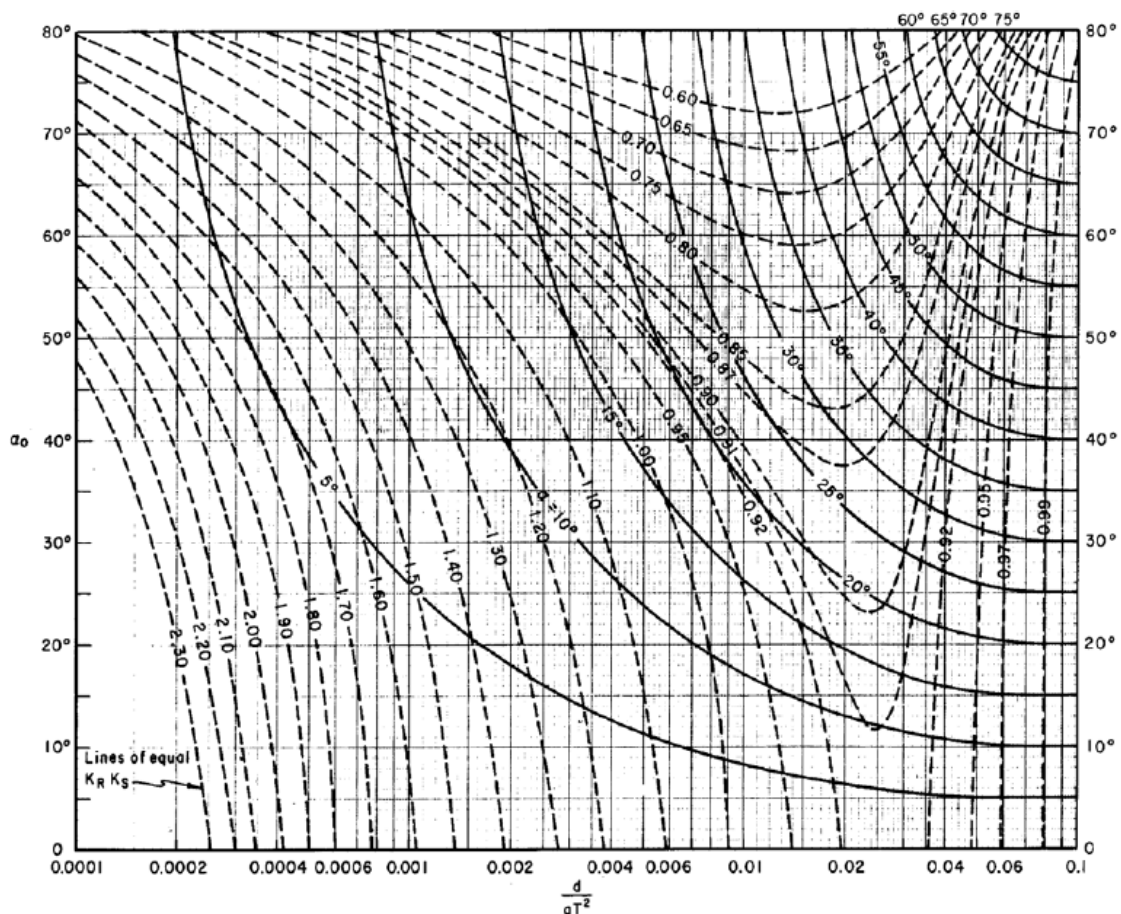


Figura 21: Ábaco para la obtención del coeficiente de propagación total. (Shore Protection Manual)

5.2.CONDICIONES DE LA ZONA DE ESTUDIO

El primer paso será establecer cuáles son las direcciones predominantes de procedencia del oleaje. A partir de las rosas de oleaje obtenidas en el anejo de clima de oleaje, se puede ver que las direcciones predominantes del oleaje abarcan un rango de 135° , de NNO a SSO.

Las direcciones que se muestran a continuación son las que se tendrán en cuenta en la propagación.

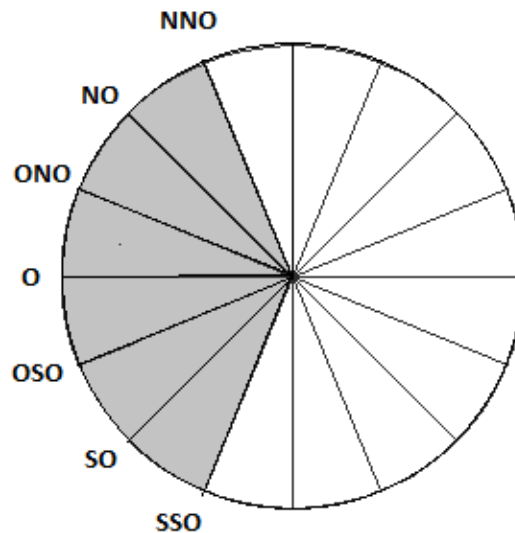


Figura 22: Direcciones predominantes del oleaje

Para aplicar esta formulación, será necesario saber en qué tipo de aguas se encuentra el punto del que se conocen los datos de oleaje, ya que en caso de no encontrarse en aguas profundas se deberá propagar hasta ese punto. Lo que lo determina es la relación entre el calado en ese punto y la longitud de la ola.

- Aguas profundas: $\frac{h}{L_0} \geq 0.5$
- Aguas intermedias: $0.5 > \frac{h}{L_0} > 0.05$
- Aguas someras: $\frac{h}{L_0} \leq 0.05$

La longitud de onda se puede aproximar como $L_0 \approx 1.56 \cdot T^2$. Como periodo se tomará la media de los periodos medios de las direcciones consideradas, siendo de valor $T=14.71$ s, por tanto, $L_0= 337.5$ m. La profundidad a partir de la cual, con esta longitud de onda, se cumple la condición de aguas profundas es para $h > 168.7$ m. Por tanto, la Boya de Leixoes se encuentra en aguas intermedias. Se procede a encontrar la altura de ola en aguas profundas mediante la relación:

$$\frac{H}{H_0} = K_s$$

Del Shore Protection Manual, Tabla C-1, Apéndice C, se obtiene el coeficiente K_s para cada valor de d/L_0

	Hs	Tm	L	d/L	Ks	Ho
SSO	6.46	13.26	274.24	0.048	1.046	6.17
SO	6.47	13.27	274.75	0.048	1.046	6.19
OSO	8.81	15.48	373.95	0.035	1.024	8.60
O	9.76	16.30	414.37	0.032	1.020	9.57
ONO	10.80	17.15	458.75	0.029	1.017	10.62
NO	9.97	16.47	423.33	0.031	1.019	9.78
NNO	4.45	11.01	188.97	0.070	1.134	3.92

Tabla 12: Valor del coeficiente K_s . (Shore Protection Manual)

5.3.PROPAGACIÓN A PIE DE TALUD

Una vez obtenidas las alturas de ola para aguas profundas se propagará hasta el pie de la estructura, que se sitúa a 17m de profundidad.

Se quiere propagar hasta el punto de arranque de la ampliación del puerto, que se muestra esquemáticamente en la figura 23:

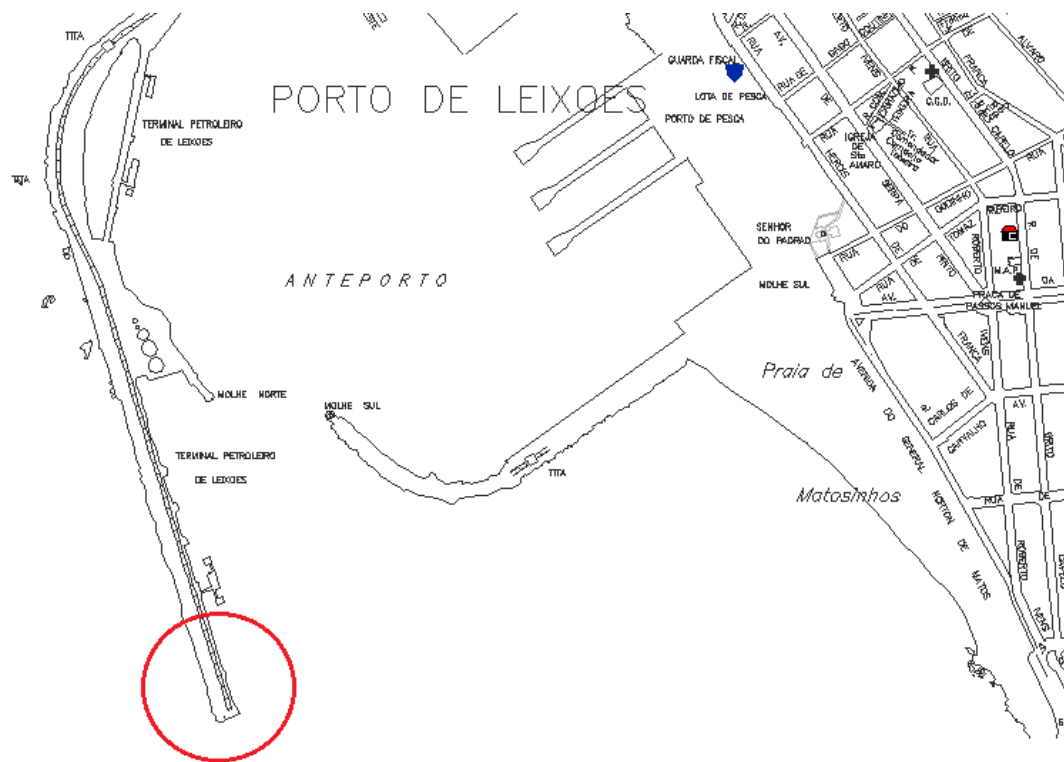


Figura 23: Punto de propagación del oleaje incidente

Para calcular el coeficiente de refracción, es necesario conocer el ángulo entre las líneas batimétricas y el frente del oleaje.

Se considera que en aguas someras el oleaje es paralelo a las líneas batimétricas y que estas son paralelas a la línea de la costa. Como se observa en la figura 24, el ángulo que forman las líneas batimétricas con el norte es de 35° en sentido antihorario.



Figura 24: Orientación de la costa en la que se ubica el puerto

Por tanto, aplicando la Ley de Snell, se obtiene el Coeficiente de Refracción del oleaje a partir de la relación entre las celeridades, que permite encontrar el ángulo α .

$$\frac{c_0}{c} = \frac{\sin \alpha_0}{\sin \alpha}$$

$$K_r = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$

	Tm	h	c	c0	α_0	α	KR
SSO	13.259	17.0	12.914	20.701	-57.5	-31.745	0.946137
SO	13.271	17.0	12.914	20.720	-35.0	-20.946	0.995302
OSO	15.483	17.0	12.914	24.173	-12.5	-6.640	0.991407
O	16.298	17.0	12.914	25.446	10.0	5.056	0.925327
ONO	17.148	17.0	12.914	26.774	32.5	15.020	0.766918
NO	16.473	17.0	12.914	25.720	55.0	24.286	0.446968
NNO	11.006	17.0	12.914	17.184	77.5	47.197	0.564393

Tabla 13: Coeficiente de refracción (K_R) para todas las direcciones

El ángulo α obtenido corresponde al que forma la cresta de la ola con la batimetría una vez producida la propagación. Para que este dato sea de mayor utilidad, se realizarán operaciones trigonométricas para transformarlo en el ángulo que forma el oleaje con el norte, tal y como se proporcionaba en un origen.

Con ello queda que el oleaje propagado es de tal forma:

	Orientación aguas profundas con respecto al Norte	Orientación propagado a pie de estructura con respecto al Norte
SSO	-157.5	131.745
SO	-135	120.946
OSO	-112.5	106.640
O	-90	94.944
ONO	-67.5	84.980
NO	-45	75.714
NNO	-22.5	52.803

Tabla 14: Orientación del oleaje propagado

En la figura XX (abajo) se muestra como ha cambiado el oleaje con la propagación y cómo es esta nueva orientación con respecto al dique.

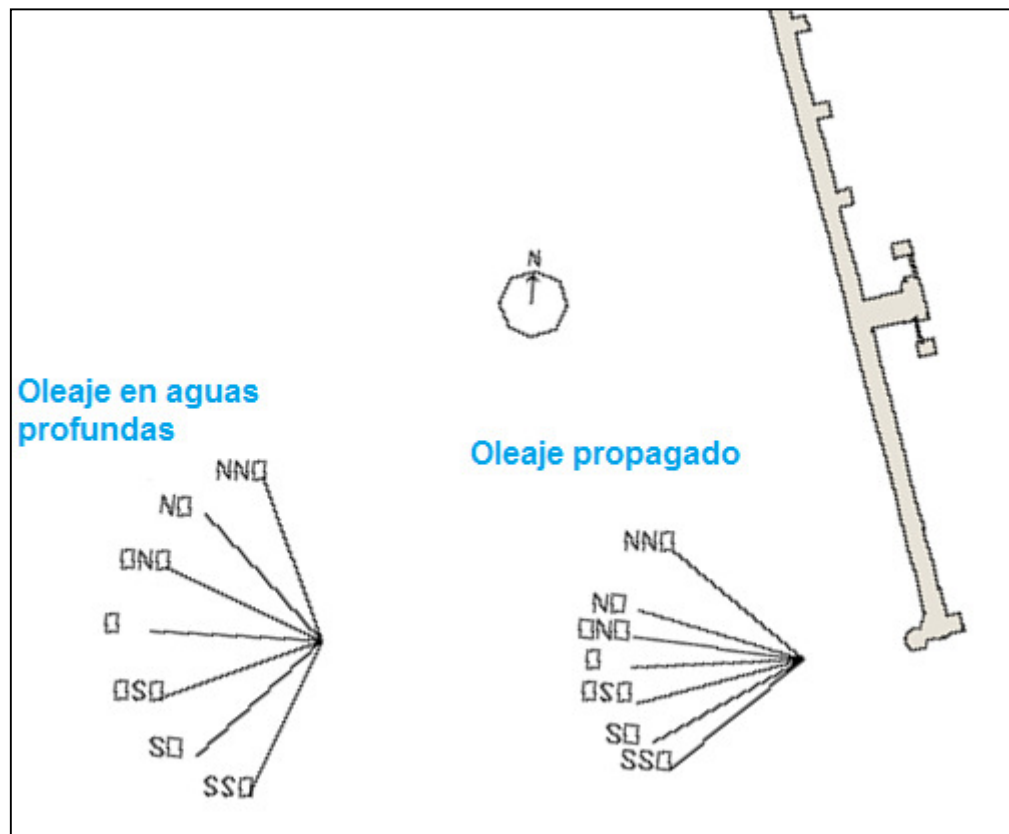


Figura 25: Cambio de orientación del oleaje con la propagación

A continuación, se calcula el coeficiente de asomeramiento:

	C_g	C_{g0}	K_s
SSO	12.914	10.351	0.895
SO	12.914	10.360	0.896
OSO	12.914	12.087	0.967
O	12.914	12.723	0.993
ONO	12.914	13.387	1.018
NO	12.914	12.860	0.998
NNO	12.914	8.592	0.816

Tabla 15: Coeficiente de asomeramiento para todas las direcciones

Por último, se deberá comprobar que la altura de ola propagada obtenida sea compatible con el calado en ese punto, es decir, que la ola no esté rota para esa profundidad.

Existen diferentes criterios de rotura. Teóricamente, una ola solitaria se vuelve inestable y rompe para un valor crítico de la relación $\gamma_b = H_b/h_b$, donde h_b es el calado y

H_b es la altura de ola para la que se produce la rotura. Aunque existen algunos desacuerdos sobre su valor exacto (0.73-1.03), un valor bastante usado es el dado por Munk (1949) $\gamma_b=0.78$.

Por tanto, en la zona de estudio, donde la profundidad es de 17m, la altura de ola de rotura es $H_b=13.26\text{m}$.

Por tanto, la altura de ola de diseño será:

$$H_{s,d} = \min\{H_s, H_b\}$$

	K_r	K_s	H_{s0}	H_s	H_b	H_{sd}
SSO	0.946	0.8953	6.458	4.596	13.26	4.596
SO	0.995	0.8957	6.47	5.427	13.26	5.427
OSO	0.991	0.9674	8.806	8.446	13.26	8.446
O	0.925	0.9926	9.758	9.631	13.26	9.631
ONO	0.767	1.0182	10.803	10.278	13.26	10.278
NO	0.447	0.9979	9.969	7.891	13.26	7.891
NNO	0.564	0.8157	4.45	2.049	13.26	2.049

Tabla 16: Altura de ola de diseño para $h=17$ y para todas las direcciones

Por tanto, la altura de ola más desfavorable será de 10.278 m de altura de ola significativa.

Siguiendo las recomendaciones de la ROM 0.3-91 acerca de la relación entre altura de ola y periodo para esta zona y aplicando las ecuaciones de teoría lineal de oleaje que relacionan periodo y longitud de ola, se obtiene la tabla XX (abajo) que proporciona todas las características del oleaje

$$T_p = (4 \leftrightarrow 8)\sqrt{H_s} = 5\sqrt{H_s}$$

$$T_m = \frac{T_p}{1.15}$$

$$L_m = \sqrt{g h T_m^2}$$

	Hs	Tm	Tp	Lm
SSO	4.596	9.321	10.719	120.366
SO	5.427	10.129	11.648	130.805
OSO	8.446	12.636	14.531	163.176
O	9.631	13.493	15.517	174.243
ONO	10.278	13.939	16.030	180.008
NO	7.891	12.214	14.046	157.729
NNO	2.049	6.223	7.156	80.364

Tabla 17: Periodo medio, Periodo pico y Longitud de ola media para cada altura de ola de diseño

6. DESCRIPCIÓN METEOROLÓGICA

6.1.VIENTO

La región Norte de Portugal y en concreto la zona del puerto de Leixões, sufre rachas de viento muy intensas durante largos periodos del año. Estos vientos son la mayor parte del tiempo del mar hacia la costa, aun siendo también considerables de la costa hacia el mar. En las figuras 26 y 27 se muestran las direcciones e intensidades del viento en la zona de estudio.

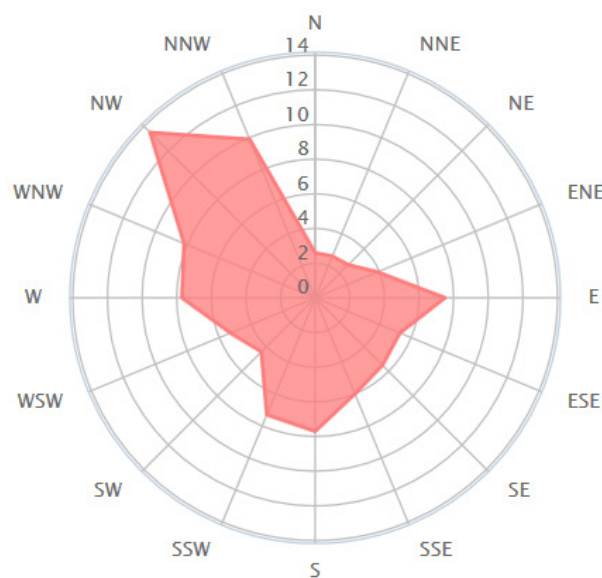


Figura 26: Dirección del viento en el puerto de Leixões en un año.

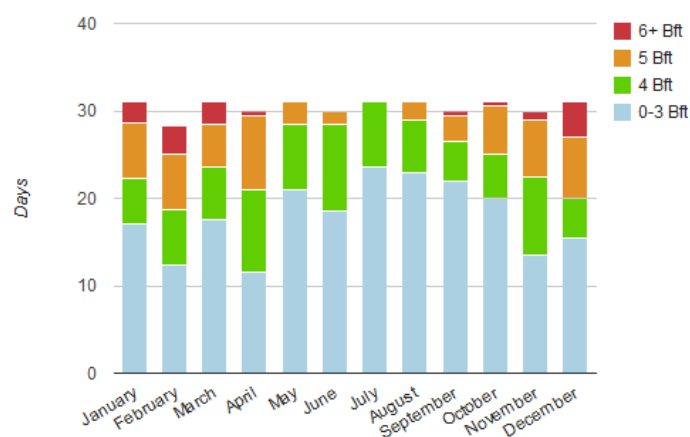


Figura 27: Intensidad del viento en el puerto de Leixões a lo largo del año.

6.2.TEMPERATURA DEL AGUA

Las aguas del puerto de Leixões, por pertenecer al océano Atlántico, no alcanzan temperaturas muy elevadas la mayor parte del año. Aun así, en los meses de verano es posible el baño, por lo que la afluencia de turistas es considerable.

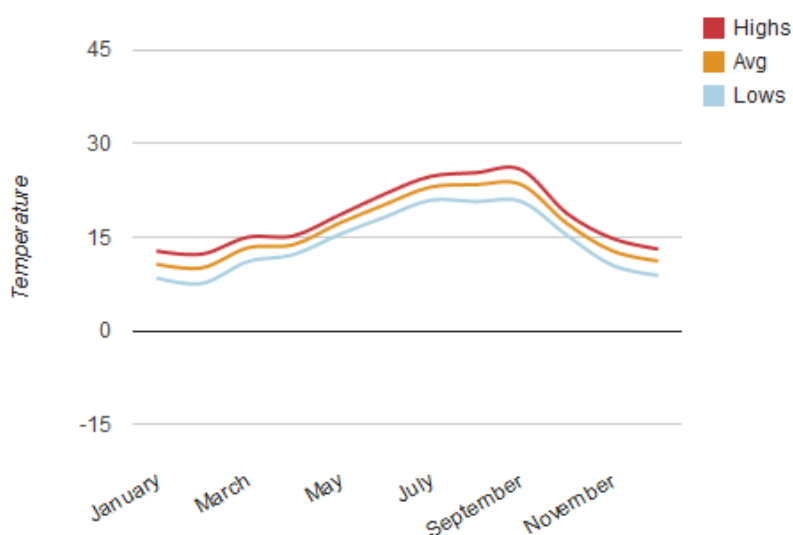


Figura 28: Temperatura del agua en el puerto de Leixões a lo largo del año.

6.3.PRECIPITACIÓN

La ciudad de Oporto y sus alrededores se caracterizan por estaciones lluviosas, tal y como sucede en el norte de España. Esto se refleja en la figura 29, en la que se puede apreciar la elevada cantidad de precipitación que cae la mayor parte del año.

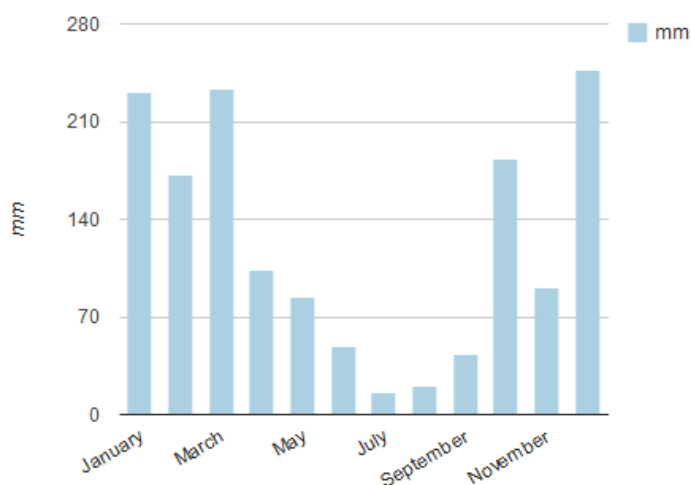


Figura 29: Precipitación acumulada en el puerto de Leixões a lo largo del año.

6.4.MAREA

La marea en el puerto de Leixões se caracteriza por ser principalmente semidiurna, con dos pleamares y dos bajamares por día. La pleamar máxima anual tiene un valor de +4.00 metros por debajo del nivel medio del mar.

6.5.RESUMEN

En la tabla 17 se muestra un resumen de las condiciones meteorológicas en el puerto durante un año.

Mes del año	ene	feb	mar	abr	Mayo	juni	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Dominante Dir. del viento	↖	↗	↗	↖	↖	↖	↗	↖	↖	↗	↖	↖	↖
Probabilidad del viento >= 4 Beaufort (%)	4	8	8	6	5	2	1	2	2	2	1	3	3
Promedio													
Velocidad del viento (kts)	3	4	5	4	4	3	3	3	3	3	2	3	3
Temperatura media del aire (°C)	12	11	12	15	16	19	23	23	23	19	14	12	16

Tabla 18: Resumen de las condiciones meteorológicas en el puerto de Leixões.

APÉNDICE I

LEIXÕES DIRECCIONAL

Lat = 41º 19' 00" N; Long = 8º 59' 00" W; Prof =83 metros

Número de registos dos ficheiros DAD/ESP (jan2007 - ago2013)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
A2007	227	316	283	230	234	226	236	241	226	239	229	304	2991
A2008	344	226	285	232	237	234	227	199	188	233	232	308	2945
A2009	452	263	288	214	235	223	239	232	215	264	387	284	3296
A2010	0	368	332	272	279	269	241	244	240	351	31 0	240	3146
A2011	224	274	220	246	248	235	245	248	239	275	314	392	3160
A2012	274	103	261	302	246	239	248	245	242	255	252	268	2935
A2013	415	285	338	246	241	238	245	245					

% registos válidos (jan2007- ago2013)

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Global
A2007	90	97	95	96	94	94	95	97	94	96	95	98	95
A2008	98	97	97	94	96	98	92	79	78	94	93	94	92
A2009	94	89	95	89	95	93	96	94	90	97	88	85	92
A2010	0	90	98	99	100	100	97	98	100	96	85	96	88
A2011	69	74	89	100	100	98	99	100	100	99	97	92	93
A2012	83	44	100	100	99	100	100	99	100	98	93	81	92
A2013	91	100	100	93	97	98	99	99					

FICHEIROS MENSAIS DE PARÂMETROS OBTIDOS
PELO MÉTODO DIRECTO

Ficheiro DAD (Flemmaa.dad)

Hora, min, dia, mês, ano, NA, HS, H10, H100, HMAX, HMED, THS, TH10, TH100, THMAX, TZ, TC, TMAX, Local

Código de Símbolos:

NA - Número de alturas de onda de zero ascendente;

HS (m) - Altura significativa (média do terço mais elevado das alturas de onda de zero ascendente);

H10 (m) - Média do décimo mais elevado das alturas de onda de zero ascendente;

H100 (m) - Média do centésimo mais elevado das alturas de onda de zero ascendente;

HMAX (m) - Altura máxima de zero ascendente ocorrida no registo;

HMED (m) - Altura média de zero ascendente;

THS (s) - Média dos períodos correspondentes às ondas que foram utilizadas no cálculo de HS;

TH10 (s) - Média dos períodos correspondentes às ondas que foram utilizadas no cálculo de H10;

TH100 (s) - Média dos períodos correspondentes às ondas que foram utilizadas no cálculo de H100;

THMAX (s) - Período correspondente a HMAX;

TZ (s) - Média dos períodos de zero ascendente;

TC (s) - Média dos períodos de crista;

TMAX (s) - Período máximo ocorrido no registo.

FICHEIROS MENSAIS DE PARÂMETROS OBTIDOS

PELO MÉTODO ESPECTRAL***Ficheiros ESP (FLemmaa.esp)***

- Hora, min, dia, mês, ano, HM0, T02, TP, SMAX, THTP, SP RTP, THHF, THLF, EXP, NG, Local

Código de Símbolos:

HM0 (m) - Altura significativa: $HM0 = 4\sqrt{m_0}$

T02 (s) - Período médio: $T02 = \sqrt{\frac{m_0}{m_2}}$

M0 (m²) - Momento espectral de ordem zero;

M2 (m².s⁻²) - Momento espectral de ordem dois;

NG - Número de grupos utilizados no cálculo dos espectros;

THHF (°) - Direcção média relativa às altas frequências (períodos menores que 8 segundos);

THLF (°) - Direcção média relativa às baixas frequências (períodos maiores que 8 segundos);

TP¹ (s) - Período de pico;

SMAX (m².s) - Máxima ordenada espectral;

THTP (°) - Direcção média do período de pico;

SP RTP (°) - Dispersão no período de pico;

EXP - Expoente da distribuição cosseno no período de pico.

As direcções estão referidas ao Norte verdadeiro.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 05

ESTUDIO DE AGITACIÓN

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	1
3.	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA AGITACIÓN	4
3.1.	PUNTOS PORTUARIOS DE REFERENCIA.....	5
3.2.	APLICACIÓN SHORE PROTECTION MANUAL	6
3.2.1.	Difracción primaria en el morro del dique de abrigo	7
3.2.2.	Difracción secundaria hasta el puesto de atraque A.....	9
4.	CARACTERÍSTICAS DEL OLEAJE A CONSIDERAR	10
5.	ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS.....	12
5.1.	PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200M Y CON UN ÁNGULO ABIERTO DE 30 GRADOS.	13
5.2.	PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300M Y CON UN ÁNGULO ABIERTO DE 30 GRADOS	15
5.3.	PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200M SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.....	17
5.4.	PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300M, SIN CAMBIAR LA DIRECCIÓN.	19
5.5.	PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS Y CON UN ÁNGULO CERRADO DE 30°	21
5.6.	PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 M Y CON UN ÁNGULO CERRADO DE 30°	23
6.	CONCLUSIONES.....	25
	APÉNDICE I	27

1. INTRODUCCIÓN

La inoperatividad del puesto A de la terminal de petroleros del puerto de Leixões es un factor real y comprobado. Debido a la inestabilidad hidrodinámica local, provocada por los niveles de agitación, se impide que los navíos permanezcan el tiempo necesario para realizar las operaciones de carga y descarga con las consecuencias económicas que ello conlleva.

Por otro lado, a raíz de algunos temporales ocurridos en los últimos años se ha detectado el movimiento de algunos bloques artificiales que conforman el manto principal del rompeolas norte. Esto provoca que la estructura sea cada vez más permeable, contribuyendo así al aumento de la agitación.

Por tanto, el presente anejo tiene como objeto la realización de un análisis de agitación del Puerto de Leixões para hacer una diagnosis de los problemas existentes y se plantean las posibles líneas de actuación para resolverlos.

2. SITUACIÓN ACTUAL

El puesto de atraque A de la Terminal de contenedores del Puerto de Leixões debido a su proximidad la cabeza del dique se ve claramente afectado por la agitación, tal y como se puede ver a simple vista en la fotografía aérea de la figura XX.



Figura 1: Fotografía aérea del puestro de atraque A de la Terminal de contenedores del puerto de Leixões.

En las últimas décadas, el IHRH (Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos) realizó varios estudios de agitación marítima en el interior del Puerto de Leixões en presencia de oscilaciones de largo periodo.

Los estudios se realizaron en un periodo de tiempo en el que se quería expandir la actividad portuaria y era importante conocer con precisión las características de dicha agitación.

Se empleó un modelo numérico utilizado en el IHRH que está basado en un esquema de discretización por elementos finitos en dos dimensiones horizontales de la ecuación de fondos suaves de Berkhoff (1972), con un factor de disipación de energía (Booij, 1981). La propagación de las ondas se realizó combinando la refracción, difracción y reflexión de las mismas y como condiciones de frontera se consideró la condición de generación-radiación en fronteras abiertas al mar y condición de reflexión total o parcial en fronteras sólidas (rompeolas, muelles, playas, etc.)

Las condiciones específicas tenidas en cuenta en el modelo para el caso del Puerto de Leixões fueron:

- Ondas monocromáticas, progresivas con rumbo local de Oeste
- Nivel del mar: Pleamar de marea viva (+4.0m ZHL)
- Periodos de onda (agitación de corto periodo): 9, 11, 13, 15, 17, 19 y 20

segundos.

- Alturas de ola: Se consideraron olas de 6.0 y 10.0 m a una profundidad de 21 metros.
- Coeficiente de reflexión: En función de las características de las fronteras sólidas, del periodo y de la altura de ola significativa.

El modelo da como resultado un campo de alturas de onda, de velocidad superficial máxima y de fase de la onda.

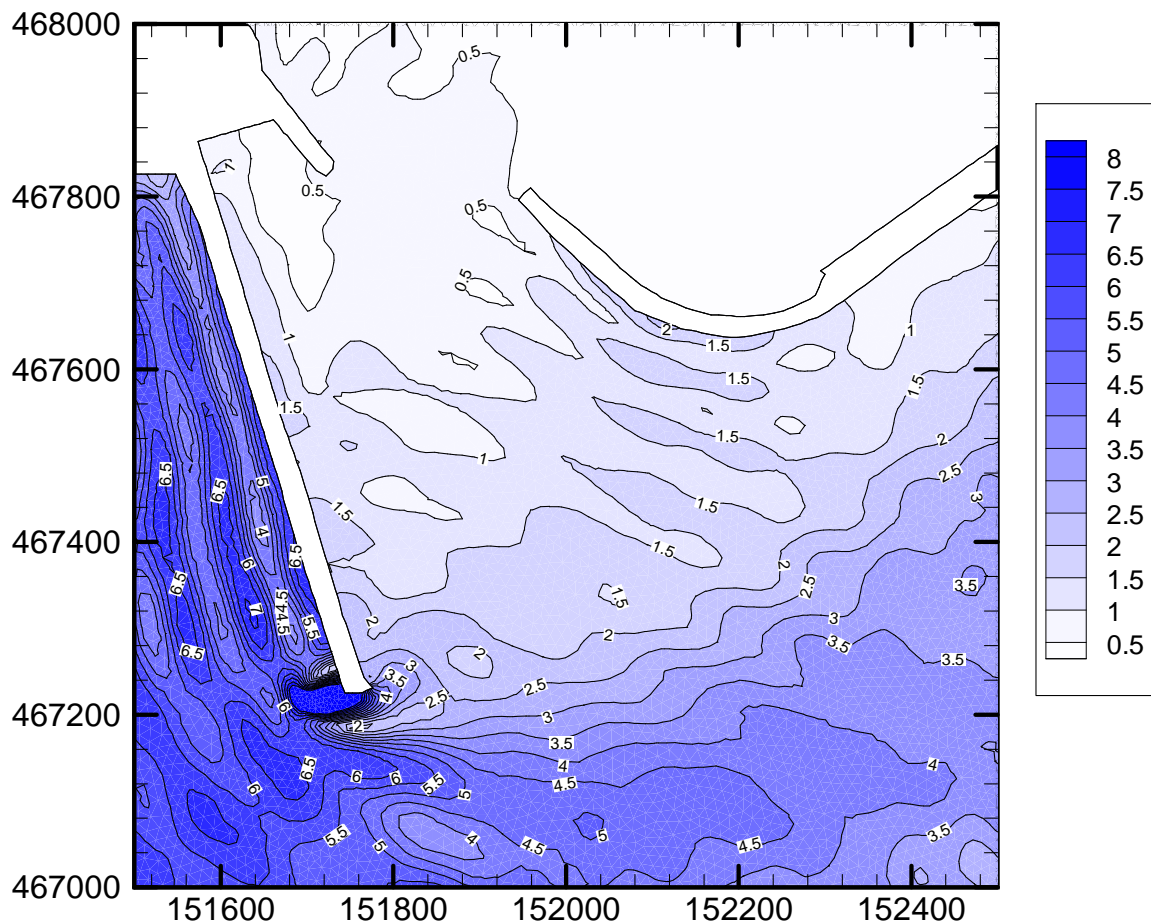


Figura 2: Mapa de alturas de ola de la situación actual del puerto de Leixões.

Los problemas de agitación se evidencian ya que la Lei de Portos de Portugal recomienda que los valores de agitación en el interior de un puerto no excedan de 0.3m y en el Puerto de Leixões se llegan a alcanzar valores de 1.5 y 2.0m.

3. METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LA AGITACIÓN

Para efectuar el estudio de la agitación con la nueva configuración del puerto, es necesario tener presente que el fenómeno físico que controla todo el proceso es el de la difracción, consistente en la dispersión y curvado del oleaje al topar éste con un obstáculo en su trayectoria. Así pues, el asomeramiento y la refracción no serán en este caso tan relevantes dado que el oleaje ya haya sido propagado desde aguas profundas, siendo la difracción el principal factor a considerar en la determinación de la altura de ola. Esta difracción quedará caracterizada por el coeficiente adimensional K' , definido como:

$$K' = \frac{H'}{H_i}$$

Donde

K' : Coeficiente de difracción

H' : Altura de ola difractada tras un obstáculo (m)

H_i : Altura de ola incidente sobre un obstáculo.

En el presente anejo se va a estudiar la difracción del tren de olas incidente dentro del puerto, en la zona que corresponde al Puesto de Atraque A, que es el que presenta problemas de agitación, sin considerar la reflexión que se produzca cuando las olas incidan sobre los diferentes obstáculos internos una vez el oleaje haya superado el morro del dique de abrigo Norte.

Para ello se asume que la reflexión en el contradique no es muy significativa, pues por definición los diques en talud de escollera no suelen presentar coeficientes de reflexión elevados. Por otro lado, la reflexión en los muelles podría ya ser mayor, aunque puede disminuirse altamente mediante la construcción de muelles especiales que disminuyan dicho efecto. De esta forma se va a considerar en todo momento que se trabaja con una difracción pura.

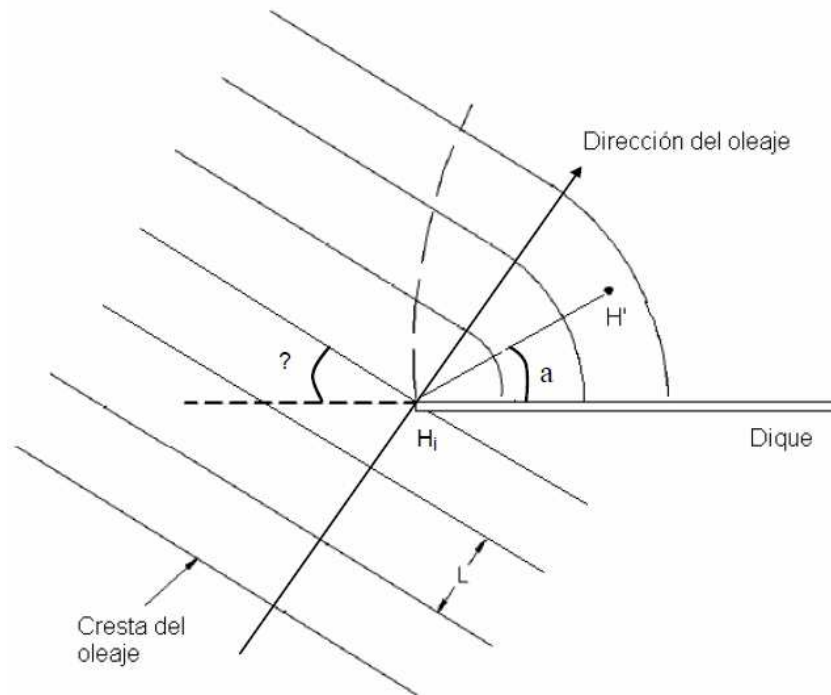


Figura 3: Esquema del proceso de difracción del oleaje. (Fuente: Coastal Engineering Manual)

3.1.PUNTOS PORTUARIOS DE REFERENCIA

Con objeto de concretar el nivel de agitación en el interior de cualquier puerto, es preciso analizar el proceso de difracción de un determinado tren de ondas sigue hasta llegar a sus aguas de dominio.

En el caso de la extensión del dique de abrigo, y con independencia de cuál sea luego el punto interno cuya agitación se desea analizar, resulta obvio que deben considerarse dos polos de difracción en la entrada del oleaje y un punto final hasta donde se quiere difractar:

- Un primer polo de difracción del oleaje en el punto P_1 , ubicado en el extremo del morro de la prolongación del dique de abrigo original.
- Un segundo polo de difracción del oleaje en el punto P_2 , ubicado en el extremo del morro del contradique existente.
- Un tercer punto P_3 , ubicado en el Puesto de Atraque A, que es donde se quiere obtener la altura de ola difractada.



Figura 4: Esquema posición polos de de difracción

Se debe destacar que P_1 corresponde al extremo del dique rompeolas extendido, a pesar de que en la figura XX se haya marcado el extremo del dique original ya que este punto variará en función de las diferentes alternativas a considerar.

3.2.APLICACIÓN SHORE PROTECTION MANUAL

Tal y como se ha comentado, existen diversos métodos para estimar la agitación en los puntos 1 y 2. En el caso de la nueva dársena del puerto, se ha optado por la utilización de los ábacos contenidos dentro del “Shore Protection Manual (1984)” que se definen a partir de los trabajos de investigación realizados por Wiegel (1962). Se trata éste de un método sencillo en su aplicación y que a la vez resulta muy eficaz en la medición del efecto de la difracción, proporcionándonos un alto nivel de fiabilidad en los resultados en ausencia de modelos numéricos más exactos.

A continuación, se expone el funcionamiento del método distinguiendo en su aplicación dos fases diferenciadas: la difracción primaria y la difracción secundaria.

3.2.1. Difracción primaria en el morro del dique de abrigo

Los pasos para modelar la primera difracción, de trayectoria P1 P2, son:

Paso 1:

El método de Wiegel (1984) utiliza una serie de ábacos adimensionales en los que están representadas las líneas de isoagitación producidas por un oleaje que incide sobre un dique según un ángulo $\alpha_{\text{Teórico}}$. Dicho ángulo es el formado entre la dirección del oleaje incidente y la directriz del dique obstáculo sobre el cual incide el citado oleaje, y dependerá del ángulo con que el oleaje incida sobre el primer polo de difracción P1.

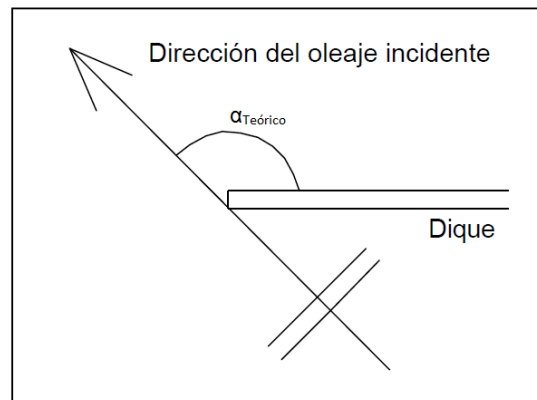


Figura 5: Esquema obtención $\alpha_{\text{Teórico}}$ obtenido de los ábacos de Wiegel

Además, también es importante notar que los ábacos de que se disponen toman valores para $\alpha_{\text{ábaco}}$ que van de 0 a 180 grados en intervalos de 15 grados, de modo que conociendo el ángulo real de entrada, α_{real} , se tomará como referencia para realizar los cálculos de difracción aquel ábaco cuyo $\alpha_{\text{ábaco}}$ de entrada se asemeje al α_{real} que realmente tiene lugar. En este sentido, hay que señalar que el α_{real} que se obtenga en caso resulta de aplicar la debida transformación trigonométrica al ángulo formado entre la cresta del oleaje y la directriz del dique obstáculo. En la figura XX (abajo) se muestra un esquema explicativo.

Paso 2:

Conocido el ábaco a utilizar, se situará el polo de difracción que se esté tratando en el origen de coordenadas adimensionales representadas en el ábaco, situado en un extremo del dique semi-infinito que aparece dibujado. Por otro lado, la ubicación de

cualquier punto con respecto del polo de difracción considerado se realiza mediante la caracterización de dos factores:

1) La distancia "R" Existente entre ambos puntos, medida sobre plano y adimensionalizada mediante su división entre la longitud de onda "L" del oleaje analizado a la profundidad del polo de difracción. En el caso de la difracción primaria, se efectuará : $\frac{R_{P_1 \rightarrow P_2}}{L_{17}}$

2) El ángulo β , medido sobre plano, entre la directriz del obstáculo en que se produce la difracción y el vector director que va desde el polo hasta el punto hacia el cual se quiere difractar el oleaje. En este caso, se toma la directriz de la prolongación del dique de abrigo, el polo de difracción P_1 como vértice del ángulo y el punto P_2 como lugar hacia el cual se desea difractar el oleaje. Se tendrá, por tanto, definido un ángulo $\beta_{P_1 \rightarrow P_2}$.

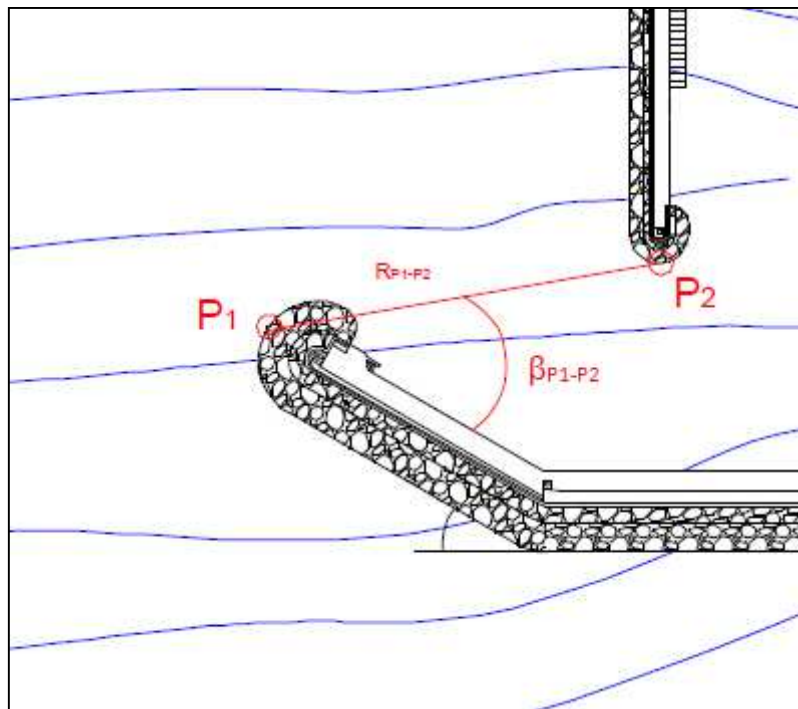


Figura 6: Esquema de ubicación de la distancia y el ángulo que afectan a la difracción primaria.

Es importante notar que conocido el ángulo de entrada $\alpha_{\text{ábaco}}$ (y por tanto, el ábaco a utilizar), la distancia adimensional $\frac{R_{P_1 \rightarrow P_2}}{L_{17}}$ y el ángulo $\beta_{P_1-P_2}$ permiten ubicar sobre el ábaco dos puntos distintos de la planta portuaria, permitiendo obtener una escala de

referencia que permite dibujar, a escala del ábaco, todo el puerto. En el caso de estudio, no es necesario realizarlo, ya que en este apartado sólo interesa medir una única difracción del oleaje que va desde P_1 a P_2 .

Paso 3:

Teniendo ya ubicado el punto P_2 en el ábaco que corresponda, sólo falta constatar sobre qué isolínea del ábaco se encuentra dicho punto para así obtener el correspondiente coeficiente de difracción K'_{P_1,P_2} . Esto proporciona el valor de la altura de ola difractada hasta P_2 a partir de la siguiente operación:

$$K'_{P_1,P_2} = \frac{H'_{P_2}}{H_{P_1}} \rightarrow H'_{P_2} = K'_{P_1,P_2} \cdot H_{P_1}$$

Siendo H_{P_1} la altura de ola en el pie del talud del dique de abrigo.

3.2.2. Difracción secundaria hasta el puesto de atraque A

Una vez que se tienen los valores de altura de ola en el polo de difracción P_2 , el siguiente objetivo consiste en efectuar desde dicho punto una segunda difracción hasta el puesto de atraque A, que se ha denominado P_3 . A pesar de que el proceso es prácticamente el mismo que el efectuado en la primera difracción, existe alguna diferencia que se debe mencionar:

- 1) Como resultado de la difracción, se generan frentes de onda en forma de tramos circulares centrados en el polo de difracción que se ha considerado, siendo las direcciones de avance del oleaje perpendiculares a estos frentes. Esto implica que independientemente de cuál fuera la dirección del oleaje a incidir sobre el primer polo P_1 , la dirección con la que el oleaje alcanza el punto P_2 depende únicamente del vector cuya dirección es P_1 - P_2 . Este vector forma un ángulo de incidencia con respecto a la extensión del dique de valor α_{real} . Este valor será común para todas las direcciones y será el que se emplee en el ábaco de Wiegel aproximándolo a $\alpha_{\text{ábaco}}$.
- 2) Análogamente a como se ha realizado en la difracción primaria, se ubica en el ábaco $\alpha_{\text{ábaco}}$ mediante los parámetros
 - a. Distancia adimensionalizada mediante la división entre la longitud de

onda correspondiente a P_2 al puesto de atraque A. P_2 se encuentra a una profundidad de 13 metros, por lo que se calculará $\frac{R_{P_2-P_3}}{L_{13}}$.

- b. El ángulo que la directriz del contradique forma respectivamente con el vector P_1-P_3 al que se llamará ω_{P_3} .

Se delimita sobre qué isolínea de agitación se halla este punto y se obtiene el coeficiente K'_{P_2,P_3} . De ahí se obtendrá finalmente, la altura de ola difractada H'_{P_3} con la misma ecuación que la empleada en la difracción primaria:

$$K'_{P_2,P_3} = \frac{H'_{P_3}}{H'_{P_2}} \rightarrow H'_{P_3} = K'_{P_2,P_3} \cdot H'_{P_2}$$

4. CARACTERÍSTICAS DEL OLAJE A CONSIDERAR

Una vez se ha establecido el recorrido que seguirá el oleaje en el proceso de difracción, hay que fijar bajo qué condiciones llega dicho oleaje desde aguas profundas para su posterior propagación hasta el punto de referencia P_1 . En Este caso, la altura de ola H_0 y el periodo T vendrán determinados por los cálculos efectuados en el Anejo 4 correspondiente al clima marítimo. Por otro lado, el ángulo de aproximación desde aguas profundas se calculará teniendo en cuenta que P_1 está situado en el extremo de la prolongación del dique principal y que este tiene un cierto ángulo con el norte. Ese ángulo es variable en función de la alternativa considerada

Finalmente, y tal y como se procedía en anejos anteriores, únicamente se tendrán en cuenta aquellas direcciones efectivas con altas posibilidades de, en este caso, incidir en el primer polo de dirección con alturas de ola significativas. A saber:

	Hs	Tm	Tp	Lm
SSO	4.596	9.321	10.719	120.366
SO	5.427	10.129	11.648	130.805
OSO	8.446	12.636	14.531	163.176
O	9.631	13.493	15.517	174.243
ONO	10.278	13.939	16.030	180.008
NO	7.891	12.214	14.046	157.729
NNO	2.049	6.223	7.156	80.364

Tabla 1: Características del oleaje propagado en las principales direcciones de incidencia

Este oleaje llega propagado hasta este punto con una orientación que es diferente a la que tiene en aguas profundas y que también se ha calculado en el Anejo XXX correspondiente al Clima de Oleaje.

	Orientación aguas profundas con respecto al Norte	Orientación propagado a pie de estructura con respecto al Norte
SSO	157.5	131.745
SO	135	120.946
OSO	112.5	106.640
O	90	94.944
ONO	67.5	84.980
NO	45	75.714
NNO	22.5	52.803

Tabla 2: Dirección de incidencia del oleaje propagado

En la figura XX (abajo) se muestra un esquema de cómo incide el oleaje una vez propagado:



Figura 7 Esquema incidencia oleaje propagado sobre el antiguo dique rompeolas

5. ESTUDIO DE AGITACIÓN PARA LAS DIFERENTES ALTERNATIVAS

A continuación, se presentan 6 alternativas para la construcción de la extensión del dique de abrigo en las que varía la longitud del dique y la inclinación con respecto al eje original cuyos valores son los recomendados por la APDL. La alternativa que se elegirá, en términos de agitación, será la que presente menor agitación en el tercer polo (P_3), que corresponde al Puesto de Atraque A.

5.1. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200M Y CON UN ÁNGULO ABIERTO DE 30 GRADOS.

La primera alternativa es la que combate más eficazmente el oleaje que proviene de las direcciones más desfavorables, O-ONO. A pesar de que deja más desamparado al Puesto de Atraque A cuando el oleaje proviene del S-SSO, como este es de mucha menor intensidad, sigue siendo una alternativa a valorar.

En la figura 8 se muestra un esquema de la disposición de la prolongación del dique y de los parámetros que intervienen en la difracción.

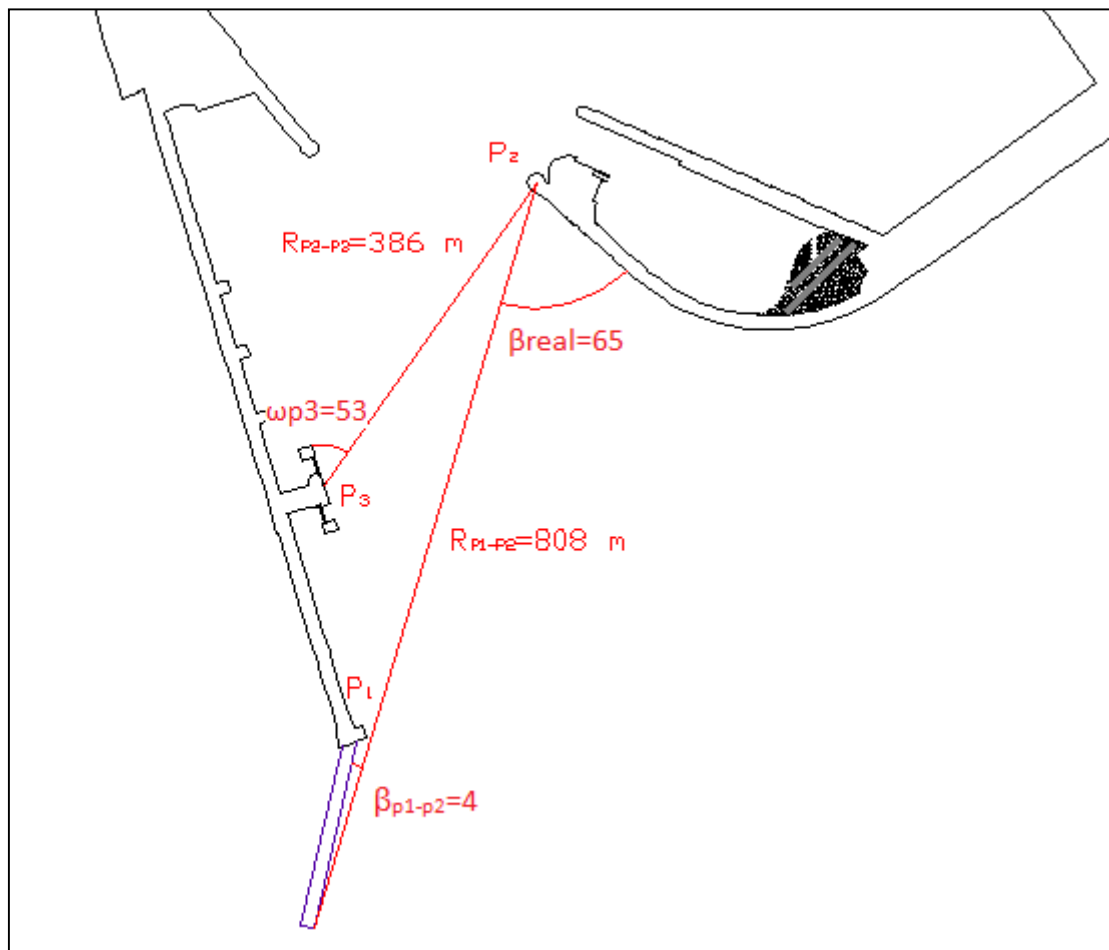


Figura 8: Esquema parámetros relativos a la difracción

Las tablas 3 y 4 muestran los resultados obtenidos de realizar la difracción primaria y secundaria.

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA PRIMERA DIFRACCIÓN $\alpha_{p1-p2}=4^\circ$							
	$\alpha_{\text{oleaje-estructura}}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p1}	H_{p2}
SSO	35.255	30.000	808.000	120.366	6.713	0.245	4.596	1.126
SO	46.054	45.000	808.000	130.805	6.177	0.170	5.427	0.923
OSO	60.360	60.000	808.000	163.176	4.952	0.150	8.446	1.267
O	72.056	75.000	808.000	174.243	4.637	0.130	9.631	1.252
ONO	82.020	75.000	808.000	180.008	4.489	0.130	10.278	1.336
NO	91.286	90.000	808.000	157.729	5.123	0.100	7.891	0.789
NNO	114.197	120.000	808.000	80.364	10.054	0.060	2.049	0.123

Tabla 3: Altura de ola difractada en P_2

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA SEGUNDA DIFRACCIÓN $\alpha_{p1-p2}=129^\circ$							
	$\alpha_{\text{oleaje-estructura}}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p2}	H_{p3}
SSO	65	60	386	52.10164	7.408596	0.35	1.126	0.394107
SO	65	60	386	47.16097	8.184734	0.35	0.923	0.322907
OSO	65	60	386	55.26492	6.98454	0.37	1.267	0.468753
O	65	60	386	54.93963	7.025894	0.4	1.252	0.500812
ONO	65	60	386	56.75503	6.80116	0.37	1.336	0.494372
NO	65	60	386	43.61585	8.849993	0.4	0.789	0.31564
NNO	65	60	386	17.21571	22.42138	0.4	0.123	0.049176

Tabla 4: Altura de ola difractada en P_3

5.2. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300M Y CON UN ÁNGULO ABIERTO DE 30 GRADOS

Esta alternativa, a pesar de tener la misma orientación que la anterior, propone una longitud de la prolongación mayor, de 300m. Esta opción implica un aumento de la distancia R_{p1-p2} , que contribuye a atenuar la altura de ola.

En la figura 9 se muestra un esquema de la disposición de la prolongación del dique y de los parámetros que intervienen en la difracción.

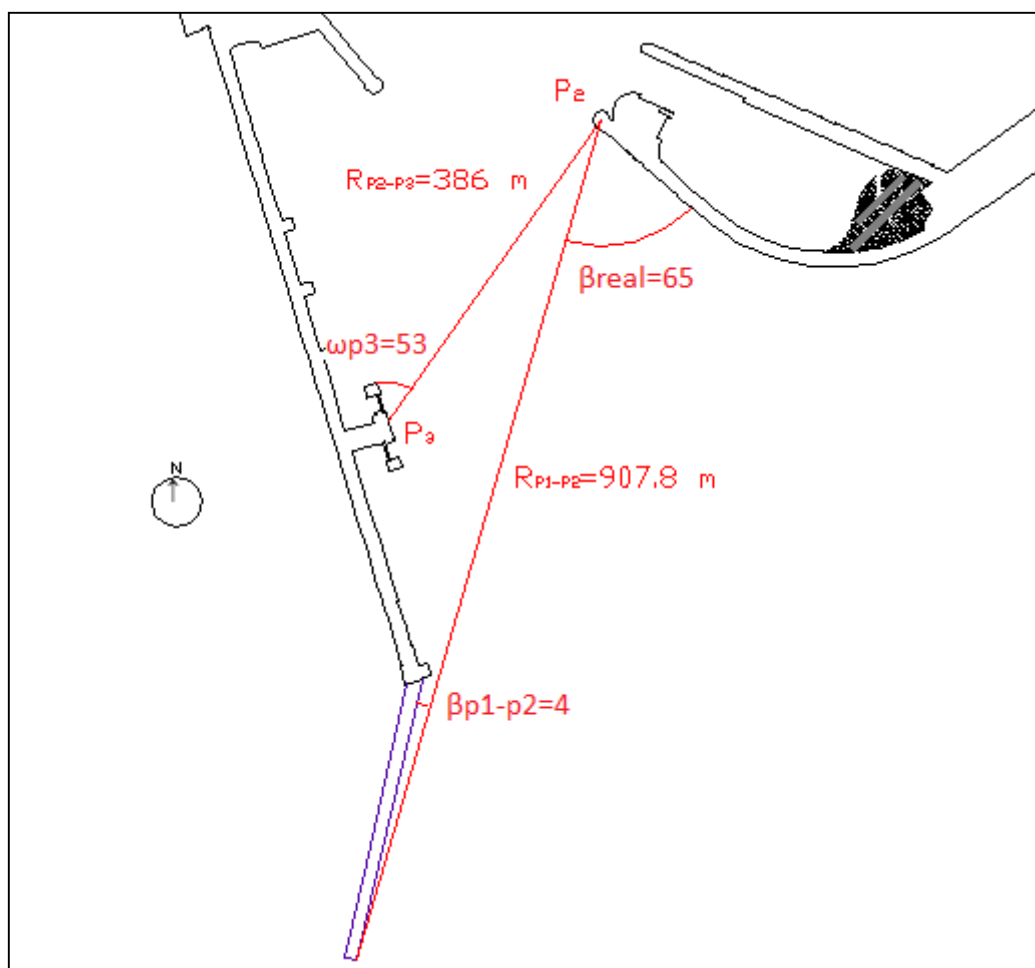


Figura 9: Esquema parámetros relativos a la difracción

Las tablas 5 y 6 muestran los resultados obtenidos de realizar la difracción primaria y secundaria.

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA PRIMERA DIFRACCIÓN $\alpha_{p1-p2}=4^\circ$							
	$\alpha_{oleaje-estructura}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p1}	H_{p2}
SSO	35.255	30.000	907.820	120.366	7.542	0.240	4.596	1.103
SO	46.054	45.000	907.820	130.805	6.940	0.170	5.427	0.923
OSO	60.360	60.000	907.820	163.176	5.563	0.145	8.446	1.225
O	72.056	75.000	907.820	174.243	5.210	0.130	9.631	1.252
ONO	82.020	75.000	907.820	180.008	5.043	0.130	10.278	1.336
NO	91.286	90.000	907.820	157.729	5.756	0.100	7.891	0.789
NNO	114.197	120.000	907.820	80.364	11.296	0.070	2.049	0.143

Tabla 5: Altura de ola difractada en P_2

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA SEGUNDA DIFRACCIÓN $\alpha_{p1-p2}=53^\circ$							
	$\alpha_{oleaje-estructura}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p2}	H_{p3}
SSO	65	60	386	51.56725	7.485371	0.38	1.103	0.4191552
SO	65	60	386	47.16097	8.184734	0.38	0.923	0.3505842
OSO	65	60	386	54.33603	7.103942	0.38	1.225	0.4653746
O	65	60	386	54.93963	7.025894	0.38	1.252	0.4757714
ONO	65	60	386	56.75503	6.80116	0.38	1.336	0.5077332
NO	65	60	386	43.61585	8.849993	0.38	0.789	0.299858
NNO	65	60	386	18.59509	20.75817	0.38	0.143	0.0545034

Tabla 6: Altura de ola difractada en P_3

5.3. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200M SIN VARIAR LA DIRECCIÓN

La quinta alternativa, la prolongación del dique 200 metros sin variar la dirección, se plantea respetando la orientación del dique original, que se supone está calculada para soportar la dirección más desfavorable del oleaje en periodos de tormenta.

En la figura 10 se muestra un esquema de la disposición de la prolongación del dique y de los parámetros que intervienen en la difracción.

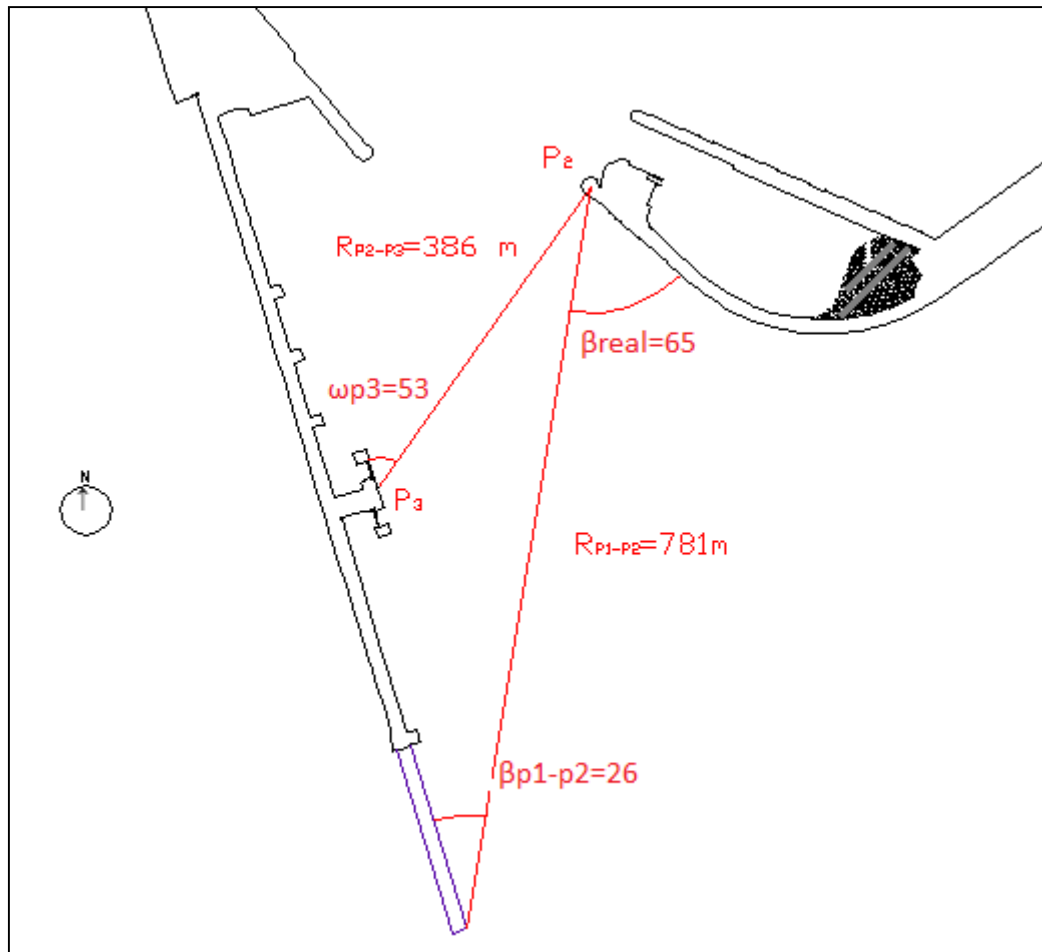


Figura 10: Esquema parámetros relativos a la difracción

Las tablas 7 y 8 muestran los resultados obtenidos de realizar la difracción primaria y secundaria.

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA PRIMERA DIFRACCIÓN						$\alpha_{p1-p2}=26^\circ$	
	$\alpha_{oleaje-estructura}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p1}	H_{p2}
SSO	65.255	45.000	781.130	120.366	6.490	0.250	4.596	1.149
SO	76.054	60.000	781.130	130.805	5.972	0.160	5.427	0.868
OSO	90.360	75.000	781.130	163.176	4.787	0.120	8.446	1.014
O	102.056	90.000	781.130	174.243	4.483	0.110	9.631	1.059
ONO	112.020	105.000	781.130	180.008	4.339	0.110	10.278	1.131
NO	121.286	105.000	781.130	157.729	4.952	0.100	7.891	0.789
NNO	144.197	120.000	781.130	80.364	9.720	0.070	2.049	0.143

Tabla 7: Altura de ola difractada en P_2

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA SEGUNDA DIFRACCIÓN						$\alpha_{p1-p2}=53^\circ$	
	$\alpha_{oleaje-estructura}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p2}	H_{p3}
SSO	26	30	386	52.6306	7.334136	1	1.149	1.149
SO	26	30	386	45.75286	8.436631	1	0.868	0.86832
OSO	26	30	386	49.43044	7.808953	1	1.014	1.01352
O	26	30	386	50.53711	7.637952	1	1.059	1.05941
ONO	26	30	386	52.20703	7.39364	1	1.131	1.13058
NO	26	30	386	43.61585	8.849993	1	0.789	0.7891
NNO	26	30	386	18.59509	20.75817	1	0.143	0.14343

Tabla 8: Altura de ola difractada en P_3

5.4. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300M, SIN CAMBIAR LA DIRECCIÓN.

La última alternativa considerada es una extensión del puerto con la misma dirección una longitud de 300 metros. Esto permite resguardar más el Puesto de Atrake A, ya que una prolongación de la longitud del dique implica un aumento de la distancia R_{p1-p2} , que contribuye a atenuar la altura de ola.

En la figura 11 se muestra un esquema de la disposición de la prolongación del dique y de los parámetros que intervienen en la difracción.

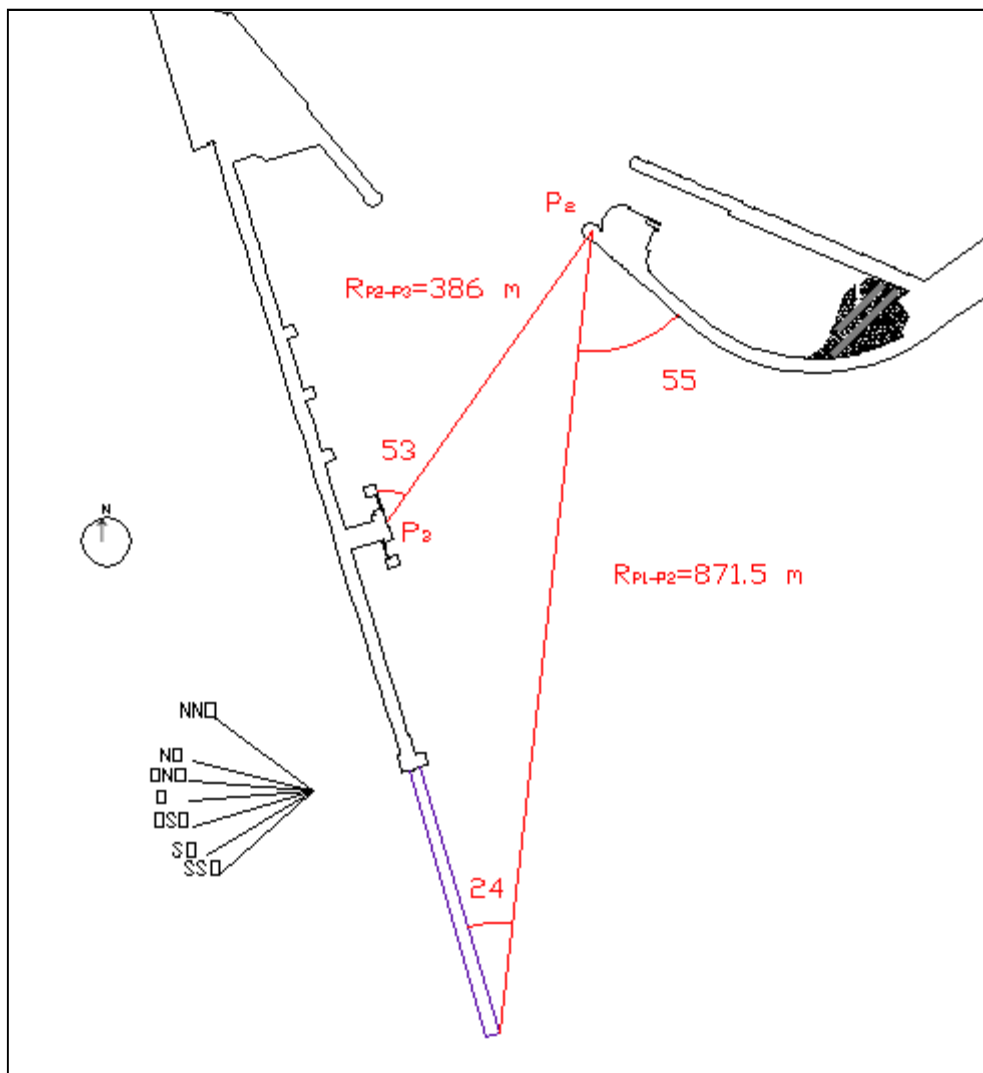


Figura 11: Esquema parámetros relativos a la difracción

Las tablas 9 y 10 muestran los resultados obtenidos de realizar la difracción primaria y secundaria.

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA PRIMERA DIFRACCIÓN						$\alpha_{p1-p2}=24^\circ$	
	$\alpha_{oleaje-estructura}$	$\alpha_{Ábaco}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p1}	H_{p2}
SSO	65.255	30.000	871.750	120.366	7.242	0.480	4.596	2.206
SO	76.054	45.000	871.750	130.805	6.665	0.220	5.427	1.194
OSO	90.360	60.000	871.750	163.176	5.342	0.170	8.446	1.436
O	102.056	75.000	871.750	174.243	5.003	0.135	9.631	1.300
ONO	112.020	105.000	871.750	180.008	4.843	0.950	10.278	9.764
NO	121.286	90.000	871.750	157.729	5.527	0.105	7.891	0.829
NNO	144.197	120.000	871.750	80.364	10.848	0.070	2.049	0.143

Tabla 9: Altura de ola difractada en P_2

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA SEGUNDA DIFRACCIÓN						$\alpha_{p1-p2}=53^\circ$	
	$\alpha_{oleaje-estructura}$	$\alpha_{Ábaco}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p2}	H_{p3}
SSO	26	30	386	72.9271	5.292957	1	2.206	2.20608
SO	26	30	386	53.64998	7.194783	1	1.194	1.19394
OSO	26	30	386	58.834	6.560833	1	1.436	1.43582
O	26	30	386	55.98619	6.894557	1	1.300	1.300185
ONO	26	30	386	153.4244	2.515897	1	9.764	9.7641
NO	26	30	386	44.69295	8.636709	1	0.829	0.828555
NNO	26	30	386	18.59509	20.75817	1	0.143	0.14343

Tabla 10: Altura de ola difractada en P_3

5.5.PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS Y CON UN ÁNGULO CERRADO DE 30°

Esta alternativa, permite resguardar el Puesto de Atraque A del oleaje que proviene de las direcciones del sur, que es el que entra directamente al puerto directamente sin ningún tipo de barrera.

En la figura 12 se muestra un esquema de la disposición de la prolongación del dique y de los parámetros que intervienen en la difracción.

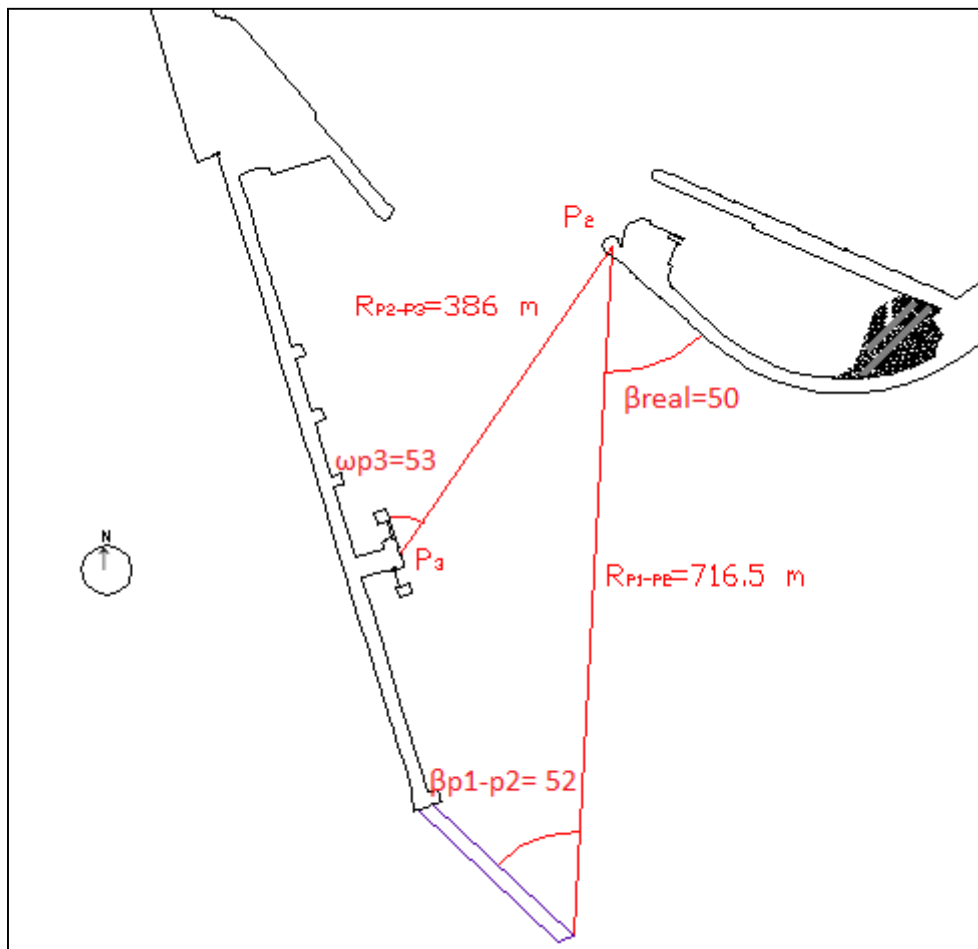


Figura 12: Esquema parámetros relativos a la difracción

Las tablas 11 y 12 muestran los resultados obtenidos de realizar la difracción primaria y secundaria.

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA PRIMERA DIFRACCIÓN $\alpha_{p1-p2}=47^\circ$							
	$\alpha_{\text{oleaje-estructura}}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p1}	H_{p2}
SSO	95.255	90.000	789.450	120.366	6.559	0.140	4.596	0.643
SO	106.054	105.000	789.450	130.805	6.035	0.105	5.427	0.570
OSO	120.360	120.000	789.450	163.176	4.838	0.100	8.446	0.845
O	132.056	135.000	789.450	174.243	4.531	0.090	9.631	0.867
ONO	142.020	135.000	789.450	180.008	4.386	0.090	10.278	0.925
NO	151.286	150.000	789.450	157.729	5.005	0.090	7.891	0.710
NNO	174.197	180.000	789.450	80.364	9.823	0.050	2.049	0.102

Tabla 11: Altura de ola difractada en P_2

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA SEGUNDA DIFRACCIÓN $\alpha_{p1-p2}=53^\circ$							
	$\alpha_{\text{oleaje-estructura}}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p2}	H_{p3}
SSO	50	45	386	39.38514	9.800651	0.8	0.643	0.514752
SO	50	45	386	37.93627	10.17496	0.8	0.597	0.477576
OSO	50	45	386	49.43044	7.808953	0.8	1.014	0.810816
O	50	45	386	48.18524	8.010752	0.8	0.963	0.77048
ONO	50	45	386	49.77745	7.754515	0.8	1.028	0.82224
NO	50	45	386	39.0112	9.894593	0.8	0.631	0.505024
NNO	50	45	386	14.90924	25.88998	0.8	0.092	0.073764

Tabla 12: Altura de ola difractada en P_3

5.6. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 M Y CON UN ÁNGULO CERRADO DE 30°

Esta alternativa considerada es una extensión del puerto con un ángulo cerrado de 30°, pero con una longitud mayor a la anterior, 300 metros. Esto permite resguardar más el Puesto de Atraque A, ya que una prolongación de la longitud del dique implica un aumento de la distancia R_{p1-p2} , que contribuye a atenuar la altura de ola.

En la figura 13 se muestra un esquema de la disposición de la prolongación del dique y de los parámetros que intervienen en la difracción.

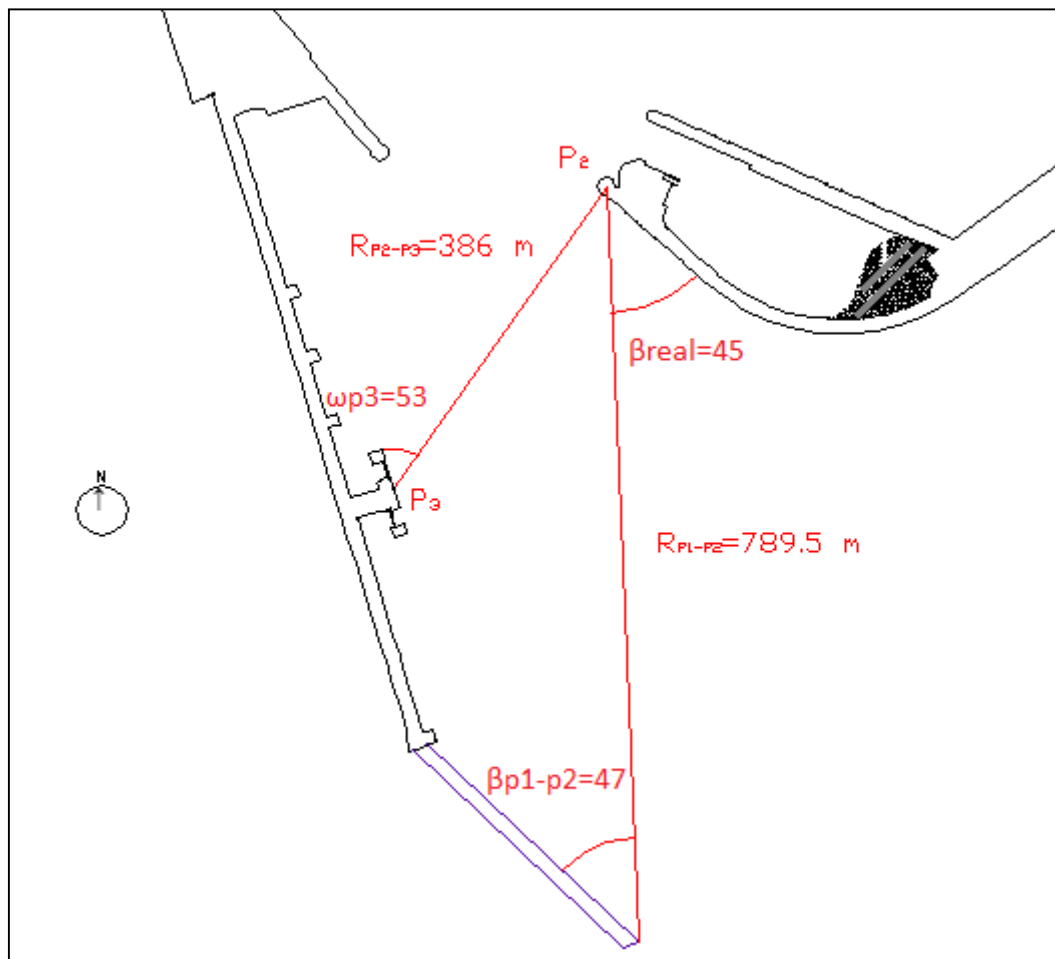


Figura 13: Esquema parámetros relativos a la difracción

Las tablas 13 y 14 muestran los resultados obtenidos de realizar la difracción primaria y secundaria.

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA PRIMERA DIFRACCIÓN						$\alpha_{p1-p2}=47^\circ$	
	$\alpha_{\text{oleaje-estructura}}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p1}	H_{p2}
SSO	95.255	90.000	789.450	120.366	6.559	0.140	4.596	0.643
SO	106.054	105.000	789.450	130.805	6.035	0.105	5.427	0.570
OSO	120.360	120.000	789.450	163.176	4.838	0.100	8.446	0.845
O	132.056	135.000	789.450	174.243	4.531	0.090	9.631	0.867
ONO	142.020	135.000	789.450	180.008	4.386	0.090	10.278	0.925
NO	151.286	150.000	789.450	157.729	5.005	0.090	7.891	0.710
NNO	174.197	180.000	789.450	80.364	9.823	0.050	2.049	0.102

Tabla 13: Altura de ola difractada en P_2

	PARÁMETROS RELATIVOS A LA SEGUNDA DIFRACCIÓN						$\alpha_{p1-p2}=53^\circ$	
	$\alpha_{\text{oleaje-estructura}}$	$\alpha_{\text{Ábaco}}$	R_{p1-p2}	L_m	R_{p1-p2}/L_m	K'	H_{p2}	H_{p3}
SSO	50	45	386	39.38514	9.800651	0.8	0.643	0.514752
SO	50	45	386	37.06405	10.4144	0.8	0.570	0.455868
OSO	50	45	386	45.12361	8.554279	0.8	0.845	0.67568
O	50	45	386	45.71253	8.444074	0.8	0.867	0.693432
ONO	50	45	386	47.22304	8.173977	0.8	0.925	0.740016
NO	50	45	386	41.37763	9.328712	0.8	0.710	0.568152
NNO	50	45	386	15.71572	24.56139	0.8	0.102	0.08196

Tabla 14: Altura de ola difractada en P_3

6. CONCLUSIONES

Se puede observar que las direcciones que provocan valores más altos de altura de ola en P_2 son las direcciones O-ONO, por su elevada altura de ola incidente en la estructura, y la dirección SSO porque es la que entra más directamente en el puerto.

Los resultados obtenidos resultan lógicos para las alternativas que se han planteado. Las disposiciones geométricas que impiden la entrada en el puerto del oleaje O-ONO o SSO son las que reducen en mayor grado la agitación en el Puerto de Atraque A, tal y como muestra la tabla 15.

	H_{p3}					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
SSO	0.419155	0.394107	1.149	0.59145	0.514752	0.514752
SO	0.350584	0.322907	0.86832	0.395839	0.477576	0.455868
OSO	0.465375	0.468753	1.01352	0.684815	0.810816	0.67568
O	0.475771	0.500812	1.05941	0.734629	0.77048	0.693432
ONO	0.507733	0.494372	1.13058	0.836647	0.82224	0.740016
NO	0.299858	0.31564	0.7891	0.448329	0.505024	0.568152
NNO	0.054503	0.049176	0.14343	0.011756	0.073764	0.08196

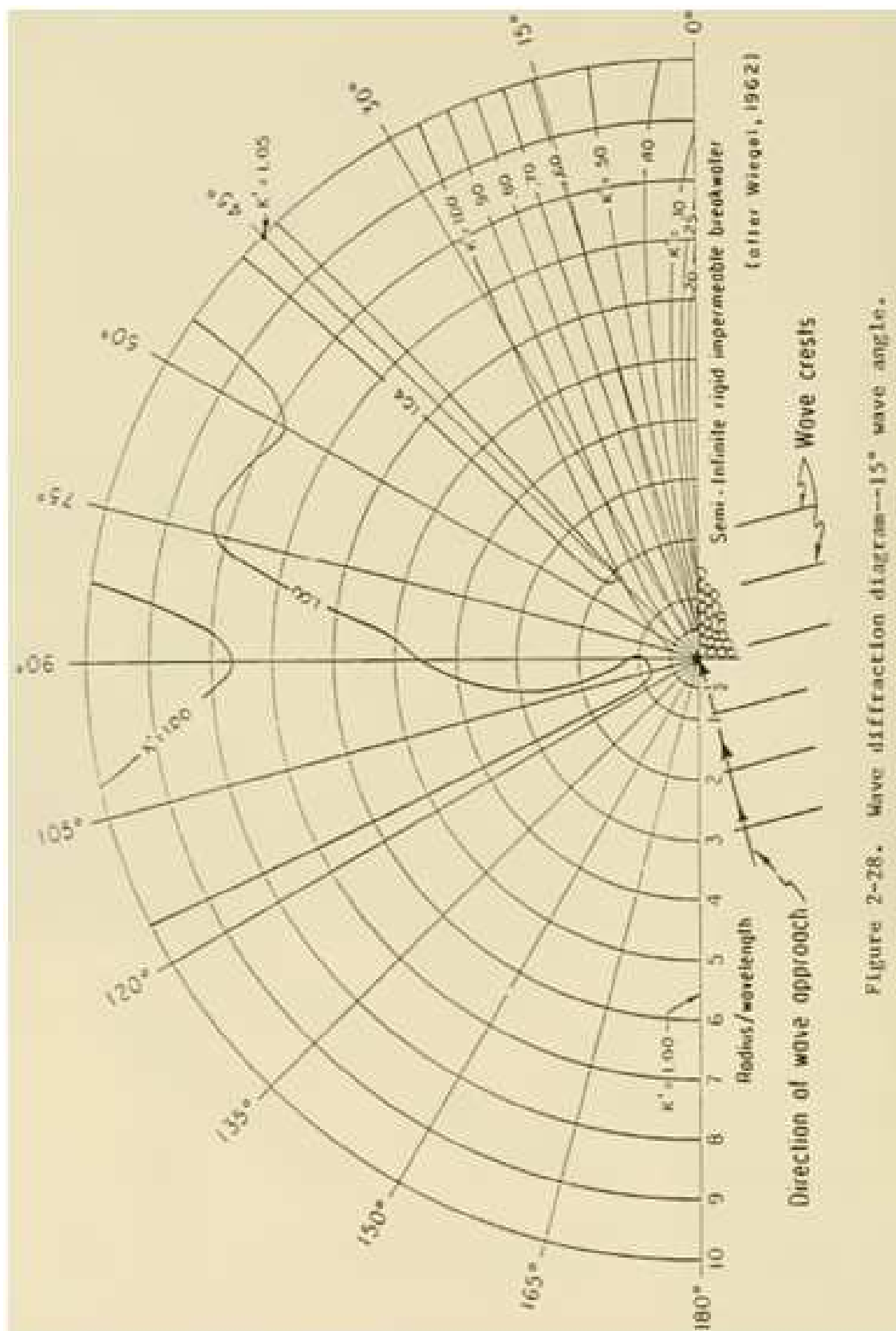
Tabla 15: Tabla resumen H_{p3} para cada alternativa y dirección

Por tanto, debido a la reducción de altura de ola que presenta en el punto de estudio, se escoge como mejor alternativa la prolongación del dique 300 metros, con un ángulo abierto de 30° .

Como la agitación, a pesar de ser un factor muy importante, no es el único criterio de decisión en el análisis de alternativas, se presenta una clasificación de las opciones consideradas, ordenadas de más favorable a menos favorable.

1. Prolongación del dique 300 metros, con un ángulo abierto de 30° .
2. Prolongación del dique 200 metros, con un ángulo abierto de 30° .
3. Prolongación del dique 300 metros, con un ángulo cerrado de 30° .
4. Prolongación del dique 200 metros, con un ángulo cerrado de 30° .
5. Prolongación del dique 300 metros sin cambiar de dirección.
6. Prolongación del dique 200 metros sin cambiar de dirección.

APÉNDICE I: ÁBACOS DE WIEGEL



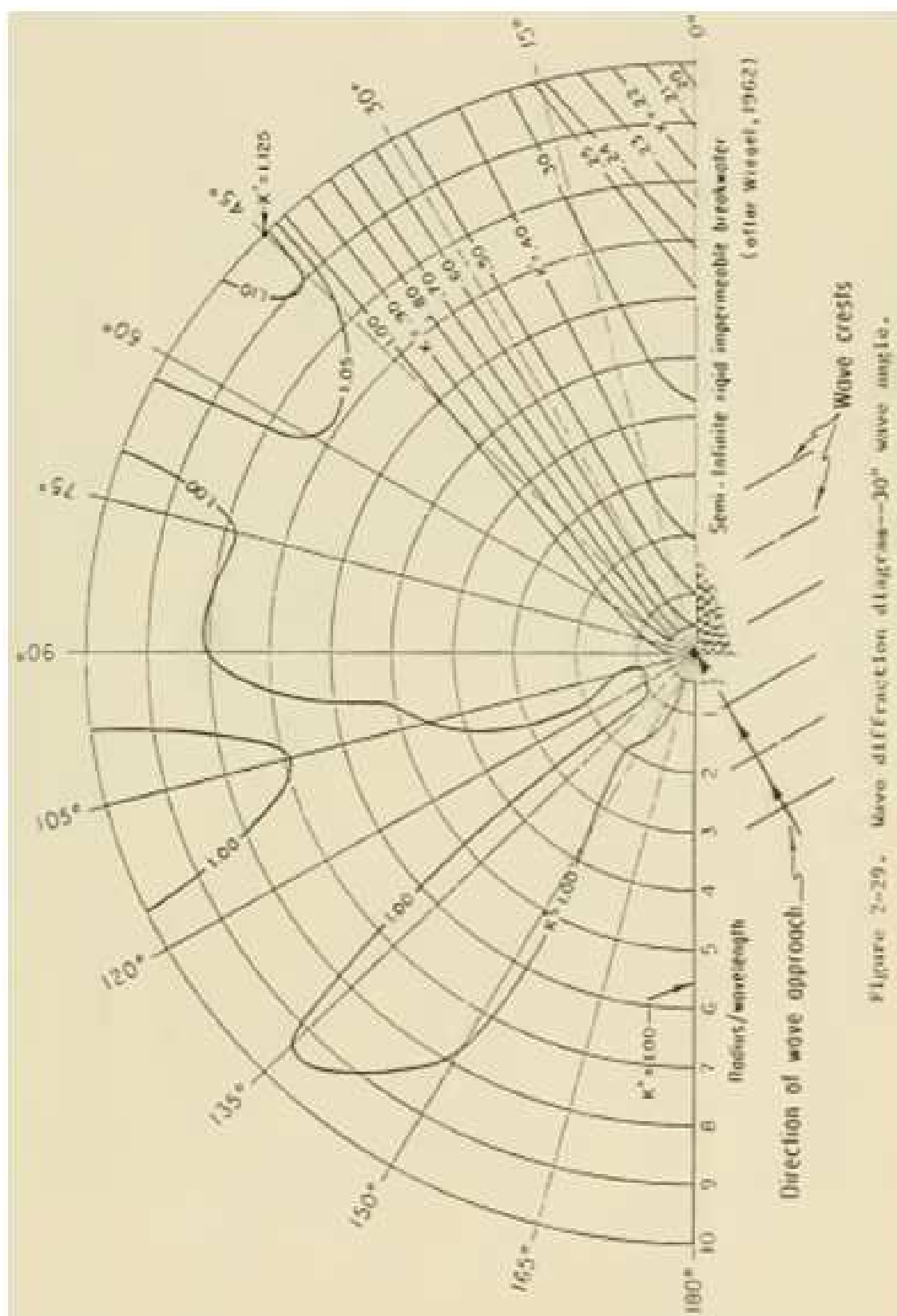
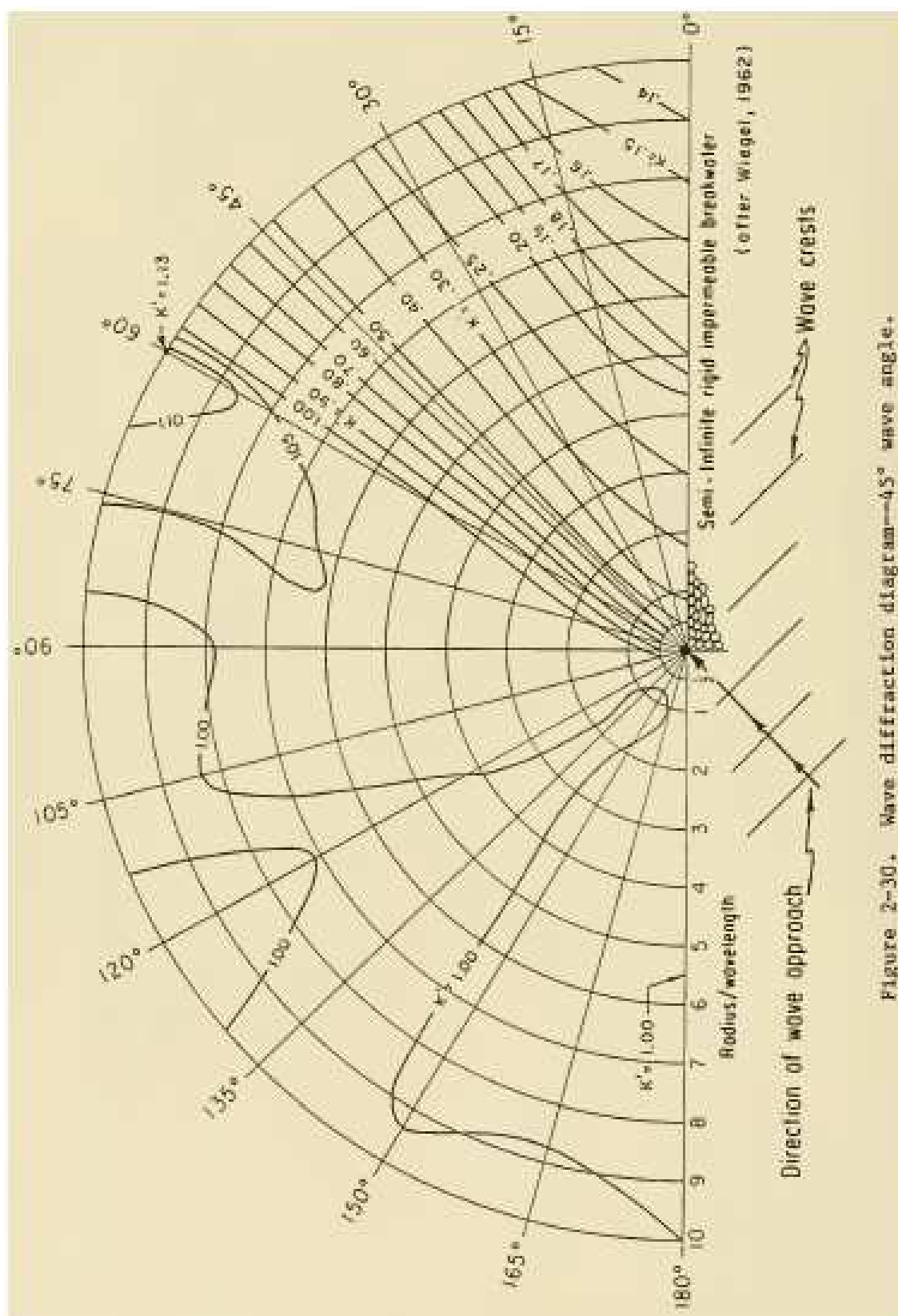
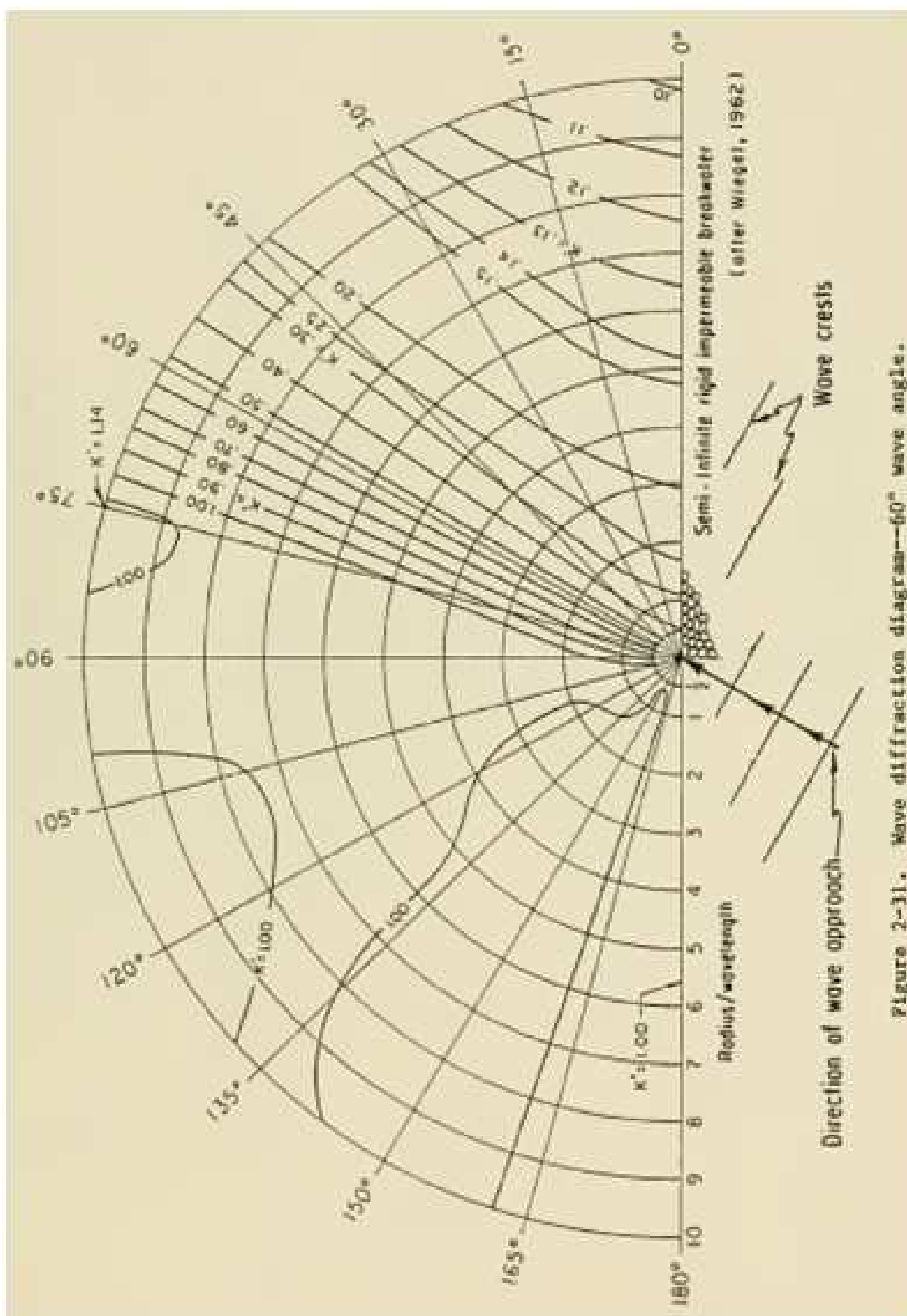
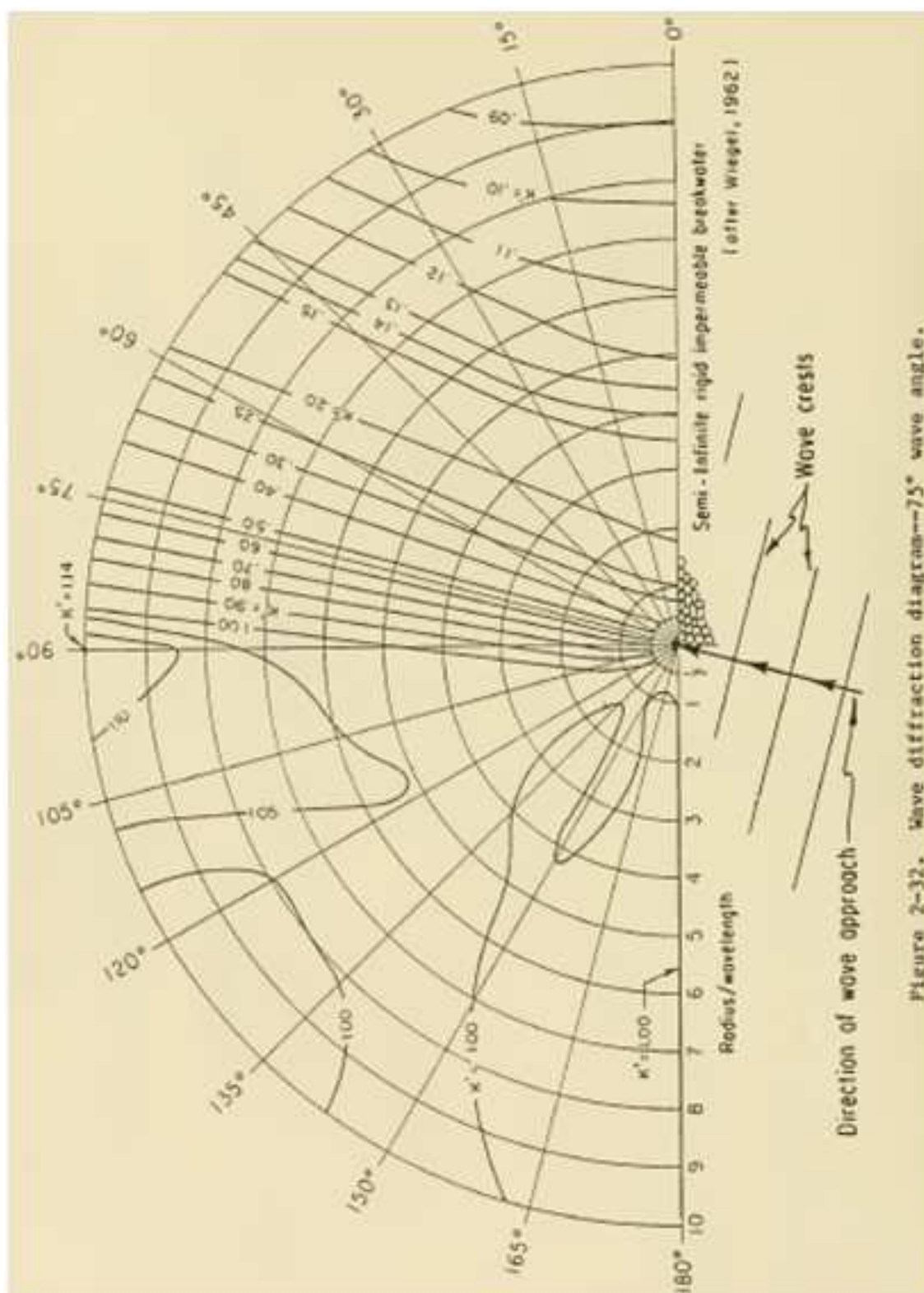


Figure 2-29. Wave diffraction diagram—30° wave angle.







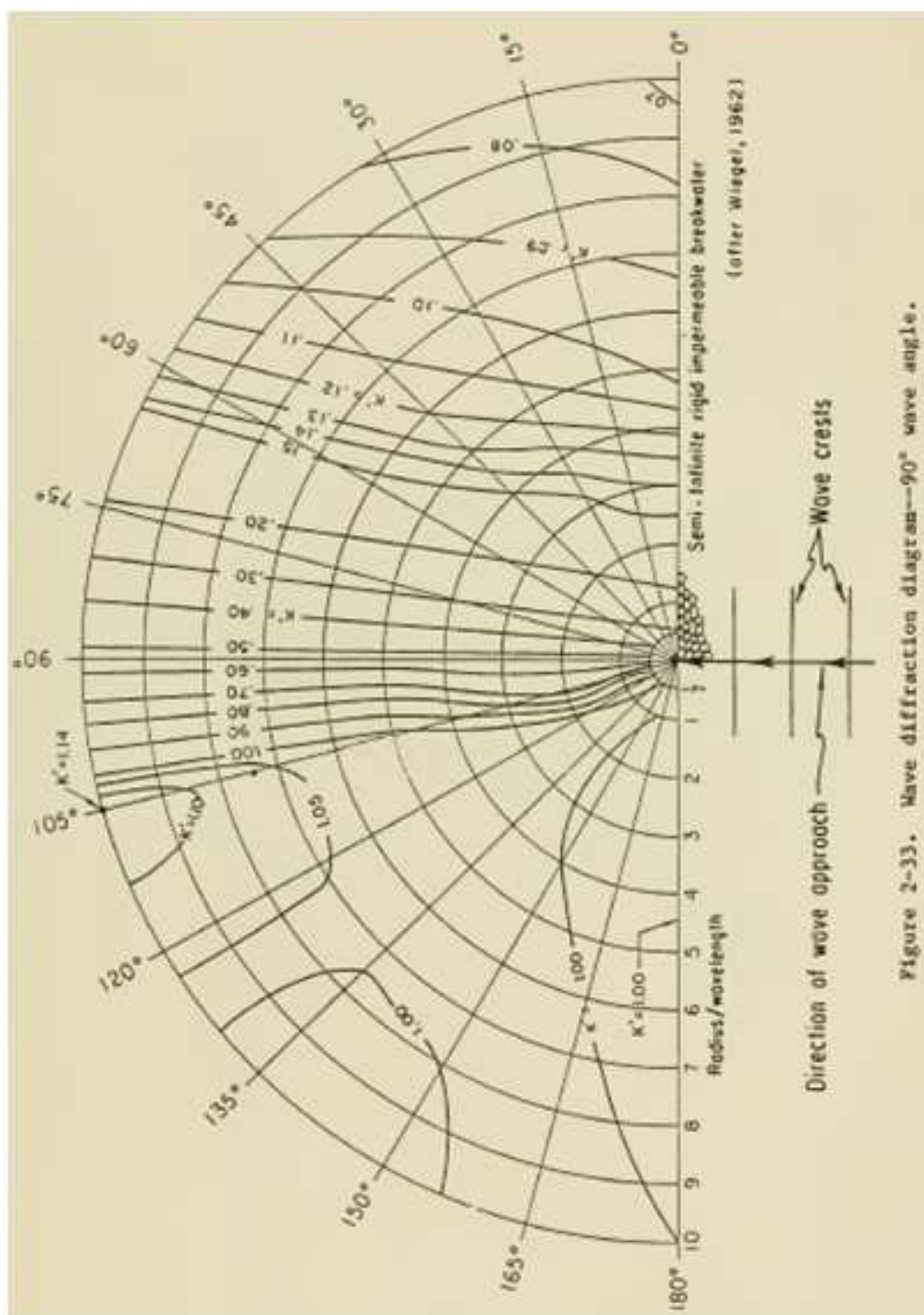
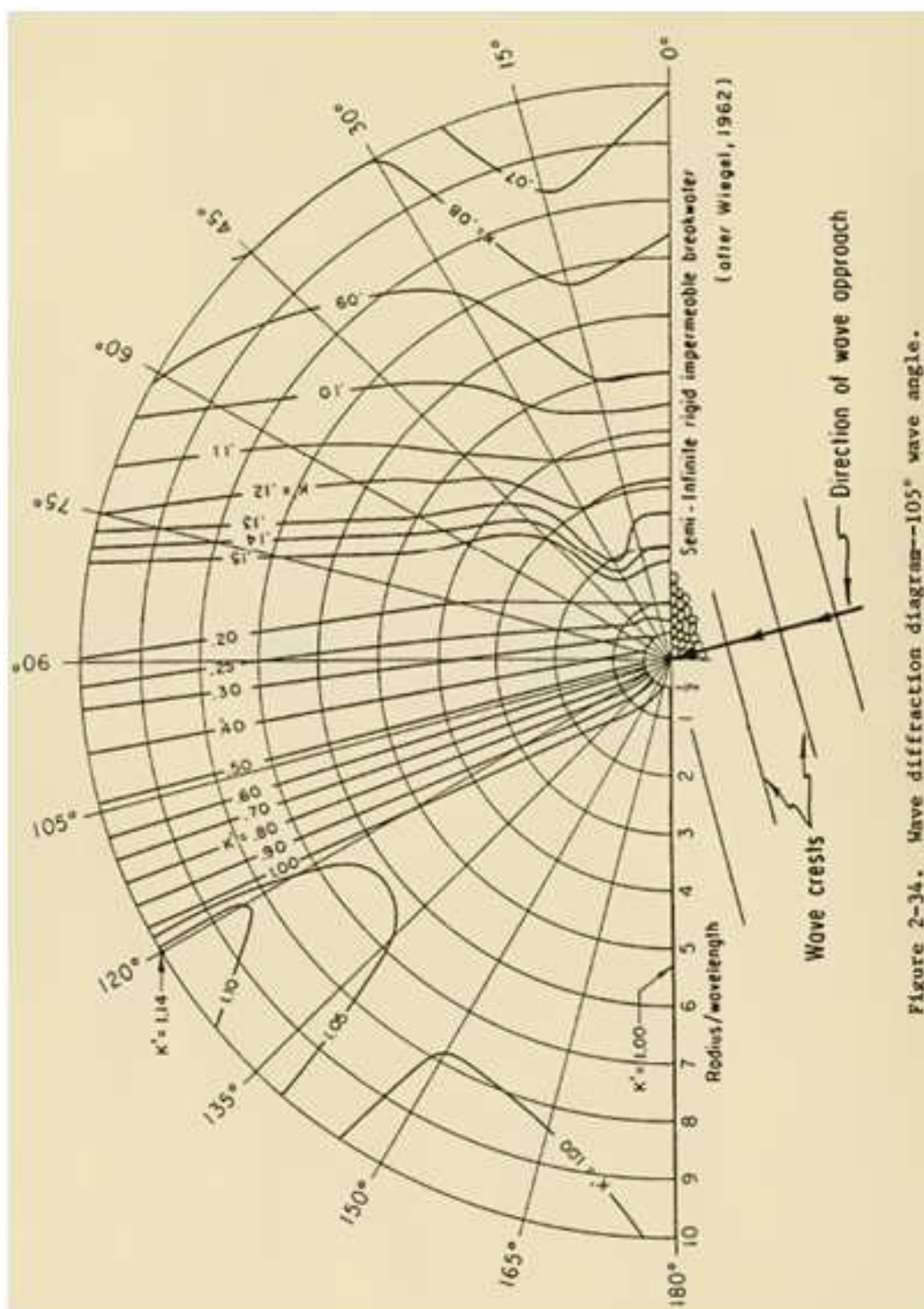
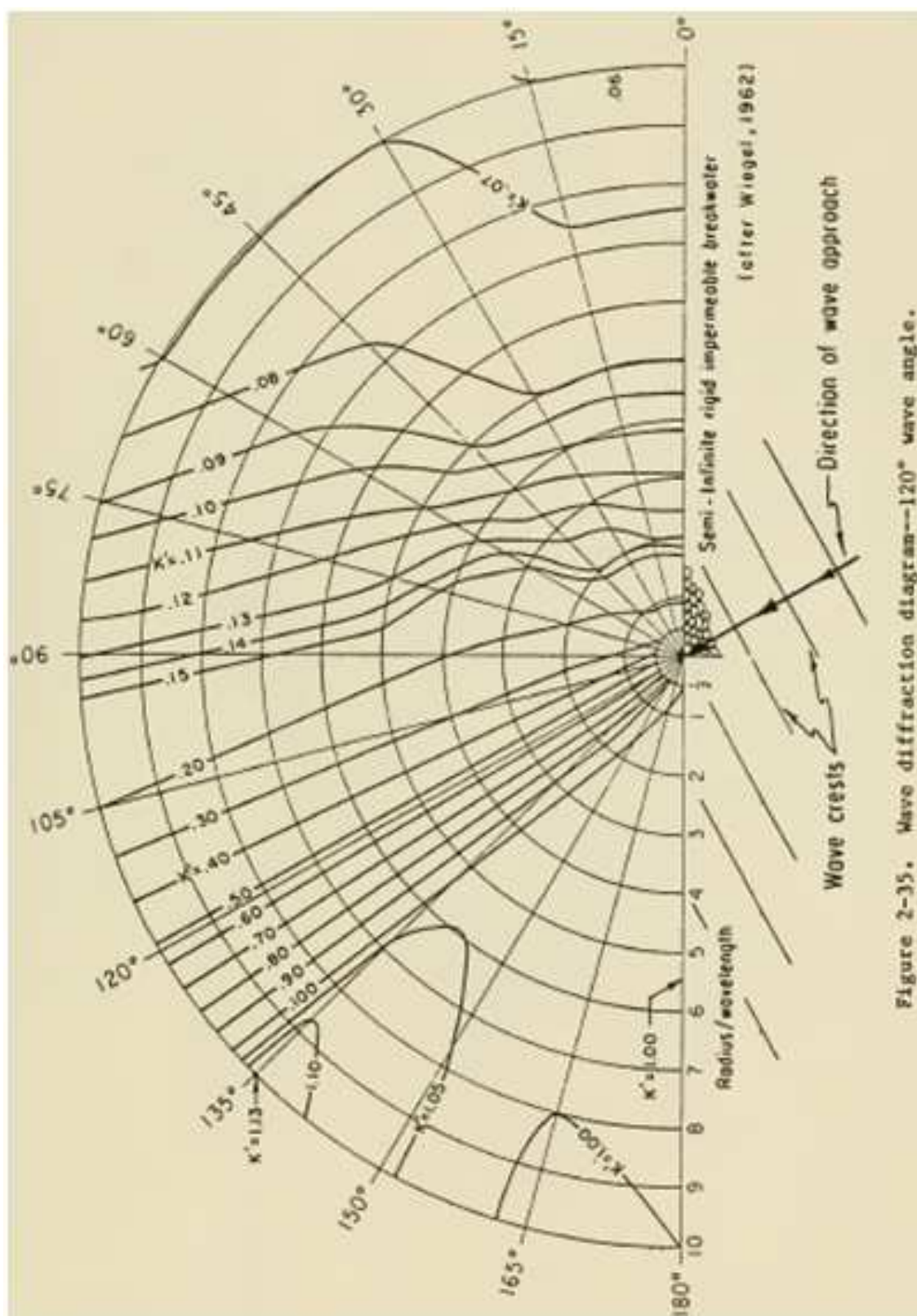
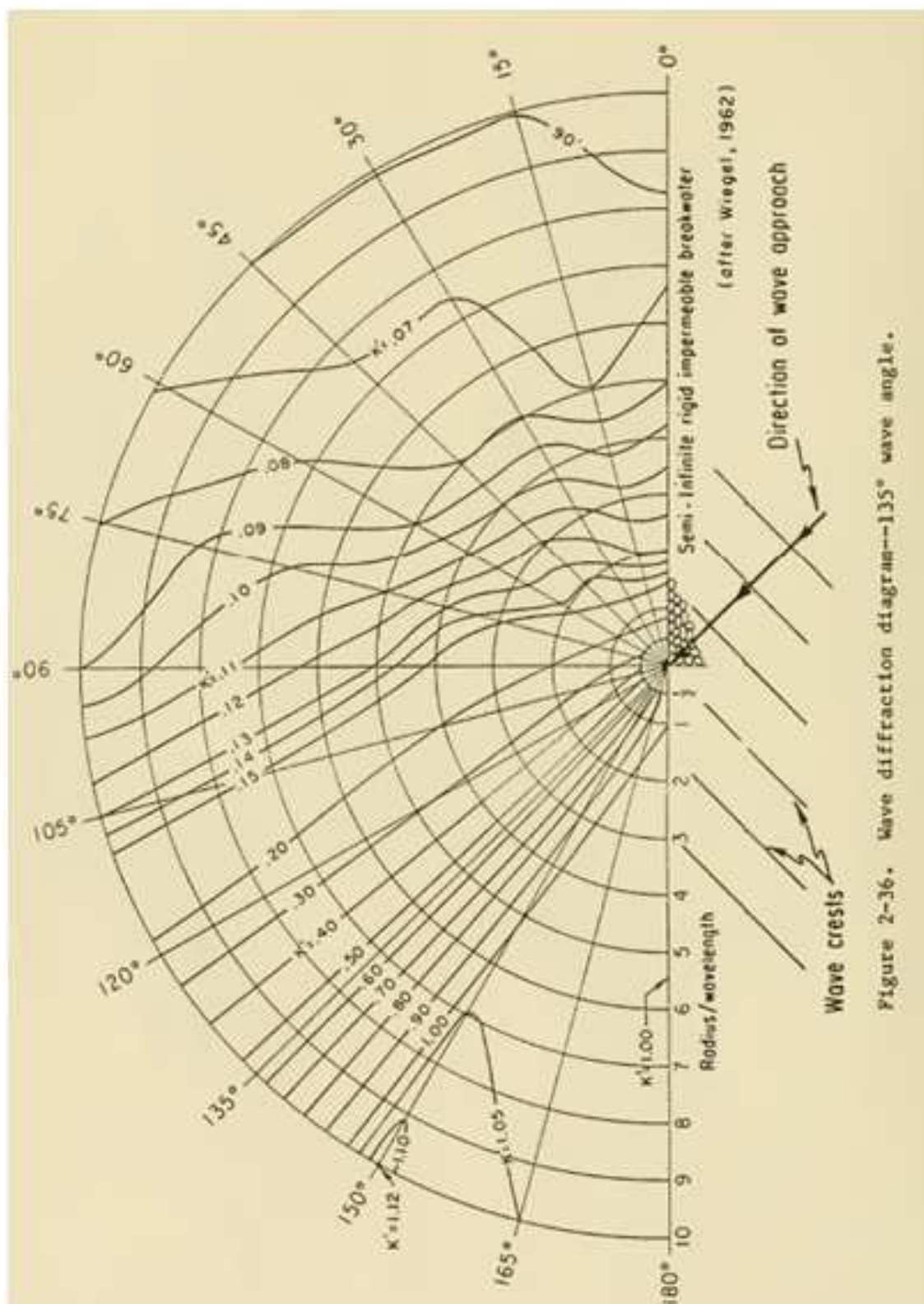


Figure 2-33. Wave diffraction diagram—90° wave angle.







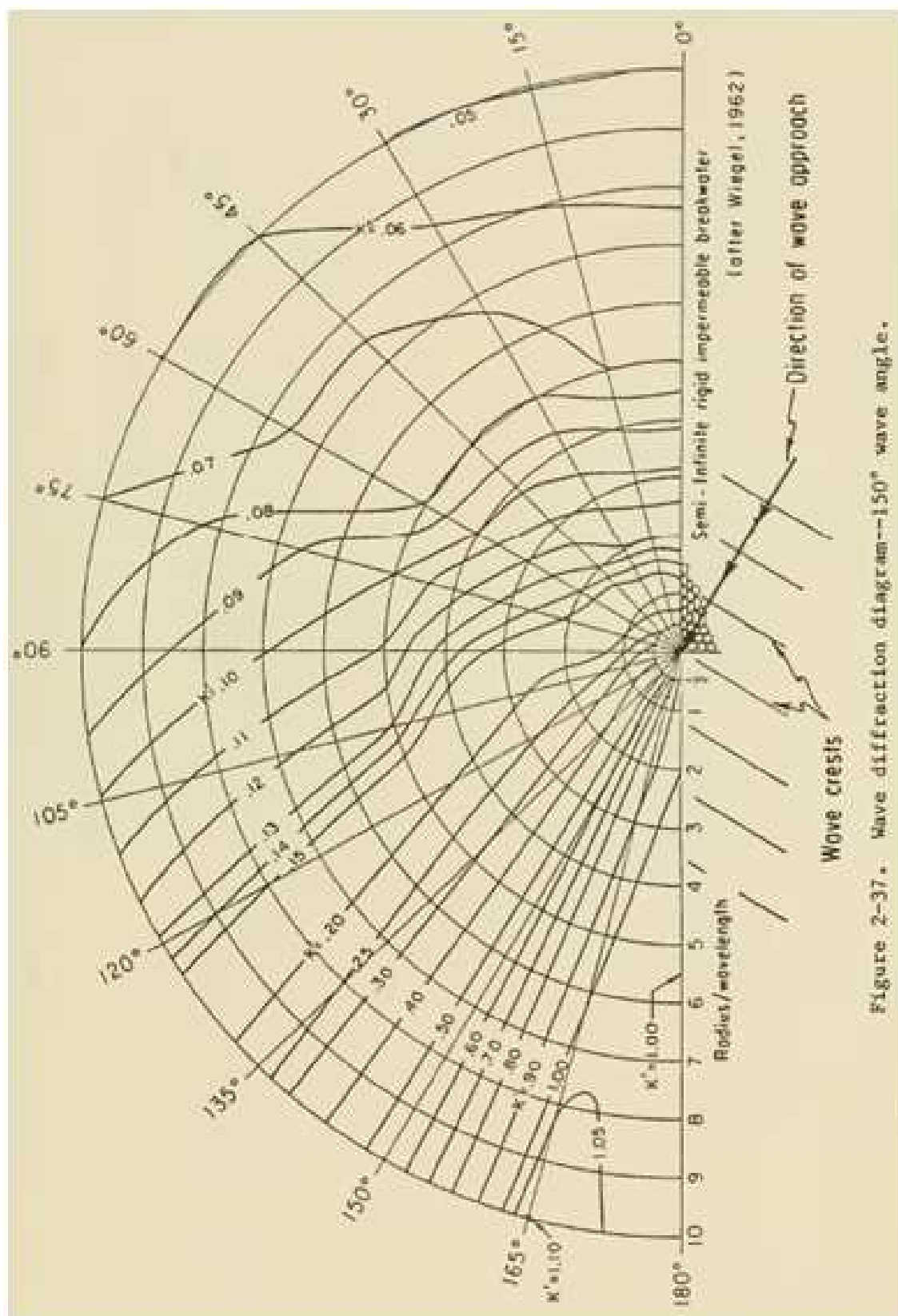
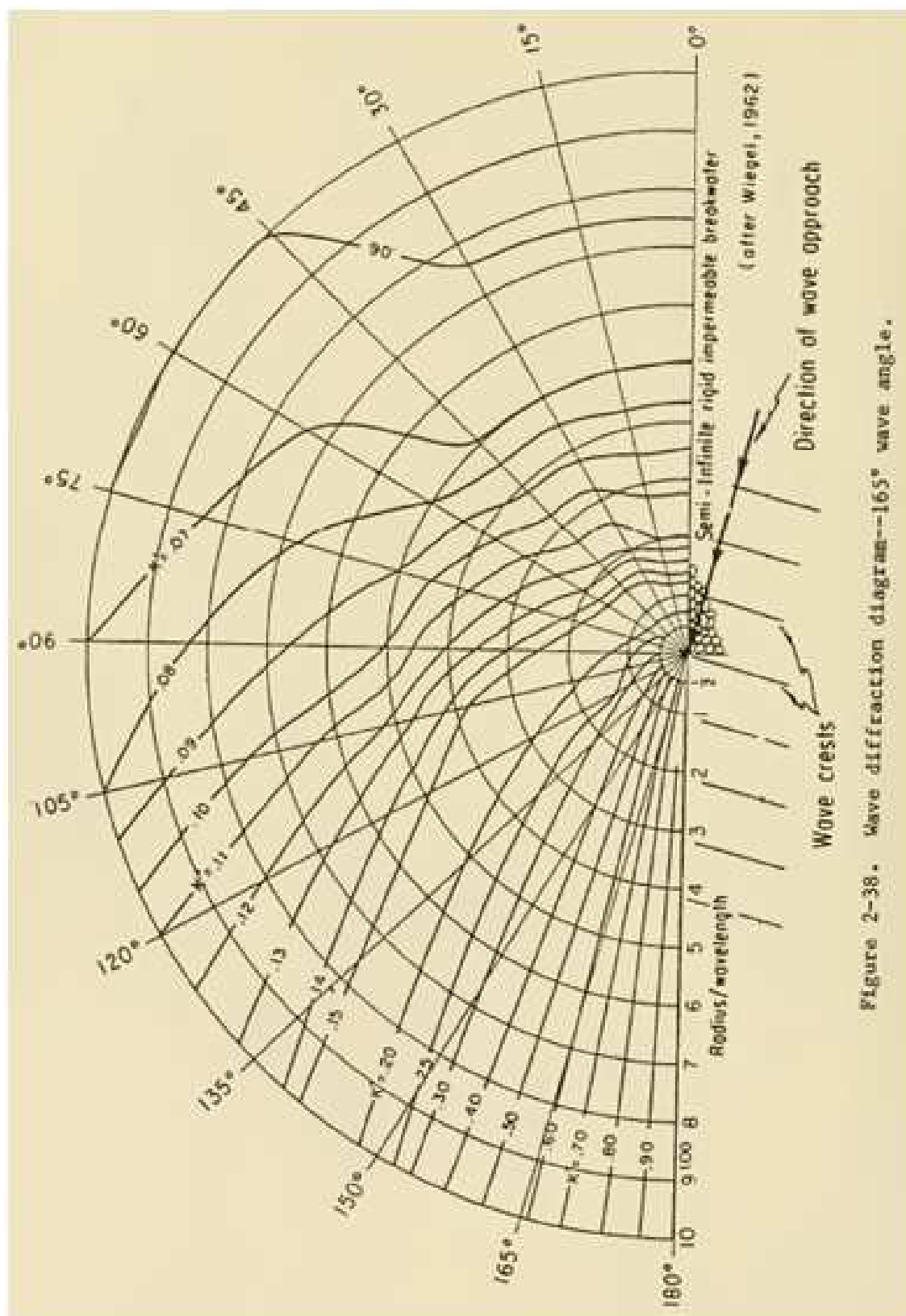
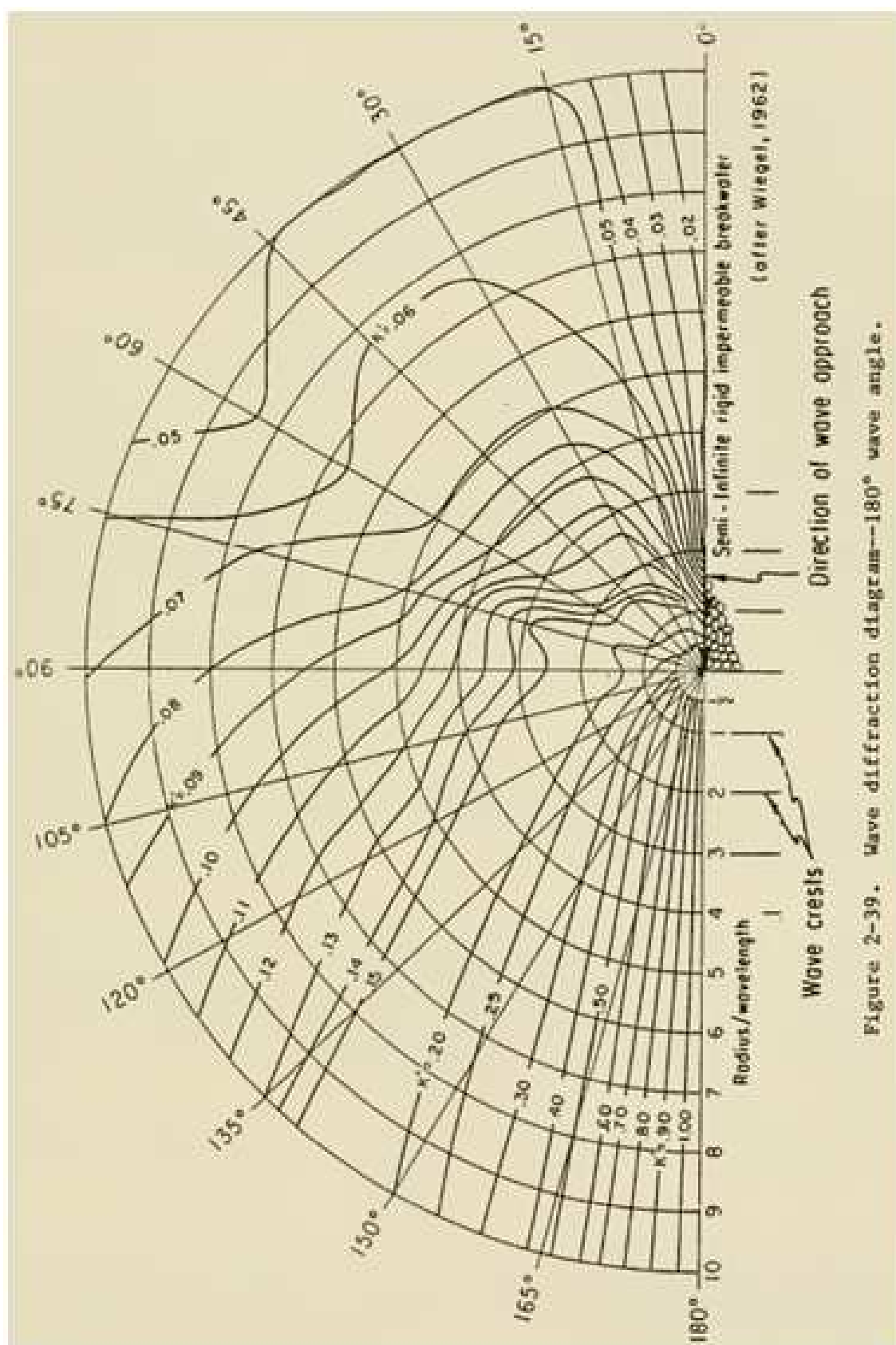


Figure 2-37. Wave diffraction diagram--150° wave angle.





PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 06

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CONDICIONANTES GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS	1
2.1.	TÉCNICOS Y FUNCIONALES	1
2.2.	PAISAGÍSTICOS Y MEDIOAMBIENTALES	1
2.3.	ECONÓMICOS DEL ENTORNO.....	2
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN PLANTA.....	3
3.1.	ALTERNATIVA 0. NO ACTUACIÓN	4
3.2.	Alternativa 1. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO	5
3.3.	Alternativa 2. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO	6
3.4.	Alternativa 3. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.....	7
3.5.	Alternativa 4. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.....	8
3.6.	Alternativa 5. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ CERRADO	9
3.7.	Alternativa 6. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ CERRADO	9
4.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN SECCIÓN.....	10
4.1.1.	Dique vertical	10
4.1.2.	Dique en talud.....	11
4.1.3.	Dique mixto.....	12
4.1.4.	Anticipación de la ROM 0.1.....	12
4.1.5.	Conclusiones	14

5.	MATERIALES A EMPLEAR	15
5.1.	SITUACIÓN ACTUAL	15
5.2.	TIPOLOGÍA DE ELEMENTOS PREFABRICADOS CONSIDERADOS:	17
5.2.1.	Cubo	18
5.2.2.	Antifer	18
5.2.3.	Tetrápodos	19
5.2.4.	Dolos	19
6.	ANÁLISIS MULTICRITERIO	19
6.1.	CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA VALORACIÓN	19
6.1.1.	Funcionalidad	20
6.1.2.	Coste de inversión	20
6.1.3.	Accesibilidad y maniobrabilidad	21
6.1.4.	Impacto Visual	22
6.1.5.	Impacto sobre la playa	22
6.2.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y CONCLUSIONES	23

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se analizan las diferentes alternativas para la ampliación del Puerto de Leixões. Las propuestas planteadas se focalizan en la mejora funcional, es decir, la reducción de la agitación, pero también se han tenido en cuenta criterios de integración en el entorno debido a la proximidad de una playa con actividad económica orientada al surf.

El estudio de las alternativas planteadas se organiza en cuatro grandes apartados:

- Condicionantes generales de las alternativas.
- Determinación de las diferentes alternativas en planta.
- Determinación de la sección óptima para cada alternativa en planta.
- Análisis y valoración de las alternativas consideradas.

En la elección de las secciones se ha tenido en cuenta las Recomendaciones en Obras Marítimas, el Coastal Engineering Manual y las condiciones impuestas por la Autoridad Portuaria de Leixões.

2. CONDICIONANTES GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS

2.1.TÉCNICOS Y FUNCIONALES

La característica principal que deberán cumplir cada una de las alternativas es la reducción de la agitación en el interior del puerto, motivo por el cual es necesaria la realización del presente proyecto. Además, la ampliación del puerto no deberá poner en peligro la maniobrabilidad de los buques.

2.2.PAISAGÍSTICOS Y MEDIOAMBIENTALES

La solución adoptada se ha de integrar paisajísticamente en el entorno, tratando de minimizar el impacto visual de la obra y tratando de integrar el nuevo espacio portuario creado con el existente y con el municipio que le rodea. El dique rompeolas actual ya ejerce de barrera visual para los bañistas de la Playa de Matosinhos, y una extensión del dique agravará este factor, tal y como muestra la figura 1.



Figura 1: Vista del dique actual y de la extensión desde la playa de Matosinhos

A pesar de que la extensión del dique no provocará impacto en la calidad de las aguas que bañan la playa de Matosinhos, el impacto visual aumentará. Se debe elegir la alternativa procurando reducir al mínimo los impactos negativos sobre el medio, como la afectación a playas vecinas.

2.3.ECONÓMICOS DEL ENTORNO

En la playa adyacente al puerto de Leixões, la playa de Matosinhos, se realizan diversas actividades relacionadas con el Surf, debido a la cantidad de días del año con elevadas alturas de ola y por el tipo de rotura que presentan las mismas. En la actualidad, siete escuelas de surf trabajan en la playa y existe gran cantidad de tiendas y negocios asociados a este deporte que viven de esta actividad. Debido al gran impacto que podría tener una gran reducción del oleaje en la playa, se debe considerar este factor como de gran importancia.

La figura 2 muestra la cantidad de escuelas de surf que están ubicadas en dicha playa. Además de escuelas, existen muchos negocios asociados a esta actividad que se podrían ver afectados.



Figura 2: Escuelas de surf en la playa de Matosinhos

Además, la barrera visual que se creará por la extensión del dique puede crear una migración de bañistas a playas cercanas en busca de mayor confort. Esto puede perjudicar a negocios de la playa, como bares, restaurantes y hoteles.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN PLANTA

Existen algunas consideraciones en cuanto al diseño en planta que son comunes para todas las alternativas. Debido a la configuración actual del puerto, sólo se contempla la posibilidad de prolongar el dique de abrigo y no de modificar el muelle sur, ya que esa posibilidad imposibilitaría la maniobrabilidad del puerto e implicaría derrumbes que aumentarían considerablemente el coste de la obra.

La orientación de la ampliación del dique puede ser hacia el interior del puerto ($\alpha < 0$), una alineación recta siguiendo la orientación actual del dique ($\alpha = 0$) o bien una orientación hacia el exterior ($\alpha > 0$).

Con estas posibilidades se analizan las diversas alternativas teniendo en cuenta el diseño en planta de la ampliación. En el apéndice que se presenta al final del presente anejo, se incluyen los planos correspondientes a las diferentes alternativas. Hay que remarcar que estos planos son ilustrativos, tanto por la superficie como por las dimensiones, ya que no son definitivas.

La solución definitiva será la que se desarrolle con detalle.

3.1.ALTERNATIVA 0. NO ACTUACIÓN

Esta alternativa se debe considerar siempre y consiste en no realizar ninguna actuación y dejar la situación del puerto tal y como está en la actualidad.

Esta alternativa, de la misma forma que las otras, presenta ventajas e inconvenientes. La no realización de una actuación implica coste de inversión cero, no se realiza ningún impacto ambiental sobre el entorno y no se perjudica la actividad económica de la región.

Por otro lado, no se solucionan los problemas actuales de operatividad que sufre el puesto de atraque A, por lo que en realidad sí que hay un coste traducido en forma de dinero que se deja de ganar por este problema.

En el Anejo 05: Estudio de agitación, se explica con detenimiento la problemática actual del puerto.

3.2.Alternativa 1. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO

Se plantea una solución de extensión del dique una longitud de 200 m con un ángulo abierto de 30° , ya que resulta favorable en términos de agitación, maniobrabilidad e impacto ambiental. La figura 3 muestra la configuración en planta de dicha alternativa.

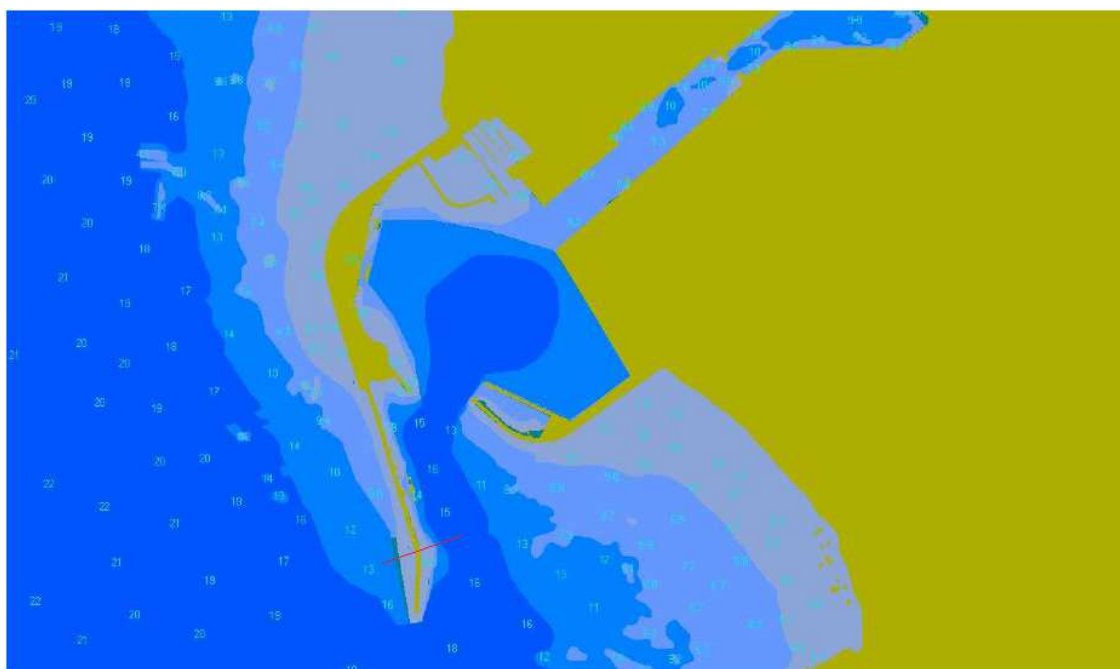


Figura 3: Configuración en planta de la alternativa 1

Tal y como se ha expuesto en el Anejo 5 correspondiente al cálculo de la agitación, esta alternativa es la segunda mejor en términos de reducción de la agitación en el puesto de Atraque A, que es el que causa problemas con la situación del puerto actual.

La inclinación de 30° permite que el impacto visual sobre la playa sea mejor ya que una persona situada en la playa no observará la longitud total del dique sino su proyección horizontal sobre la misma, que será una longitud menor.

En cuanto a la maniobrabilidad, un ángulo abierto facilitará más la entrada de los navíos que un ángulo cerrado o una prolongación con la misma dirección.

3.3.Alternativa 2. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO

Se plantea esta solución como complemento a la Alternativa 1, ya que una mayor extensión del dique mejorará las condiciones de agitación, ya que el Puesto de Atraque A quedará más resguardado del oleaje que proviene de las direcciones más críticas. En la Figura 4 se muestra la configuración en planta de dicha alternativa.



Figura 4: Configuración en planta de la alternativa 2

En el Anejo 5 correspondiente al cálculo de agitación se expone que esta alternativa es la mejor, aunque la mejora con respecto a la Alternativa 1 no es muy notable. Hay que tener en cuenta que el aumento de longitud que se plantea, provocará un aumento del impacto visual sobre los bañistas de la playa y aumentará el coste económico de la obra.

3.4.Alternativa 3. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.

Se plantea una solución de extensión del dique una longitud de 200 m sin variar la dirección del dique, ya que la dirección con que está diseñado se supone es la óptima para combatir el oleaje incidente. La figura 7 muestra la configuración en planta de dicha alternativa.

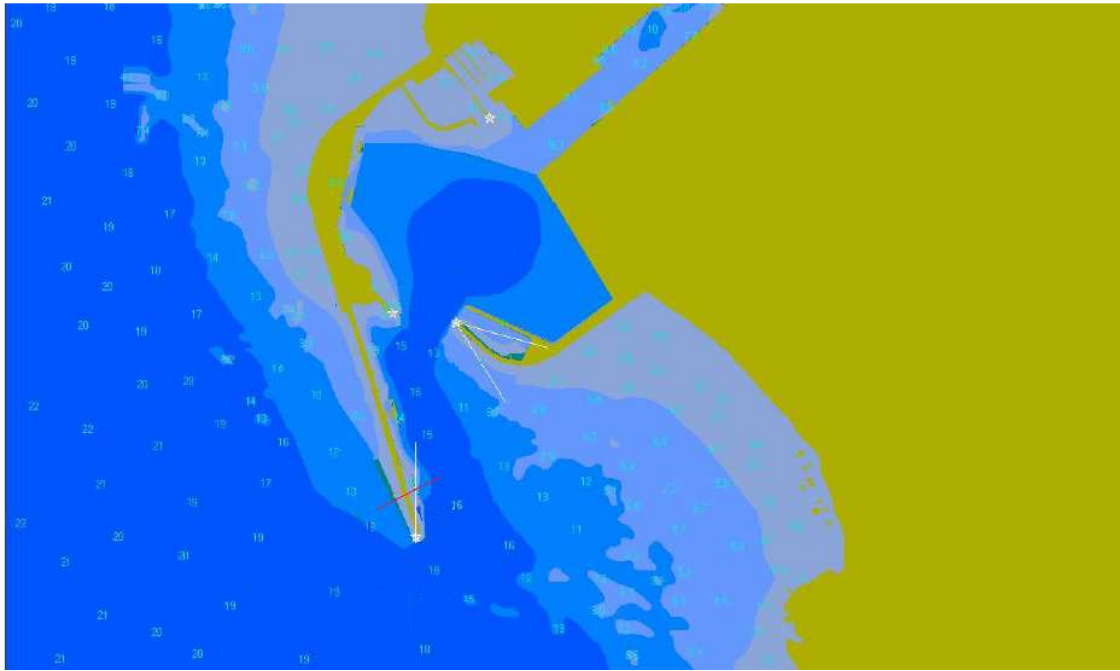


Figura 5: Configuración en planta de la alternativa 5

En términos de agitación, esta alternativa queda relegada a la última posición. Si bien la mejora es notable comparado con la situación actual, reduce mucho menos la agitación que el resto de alternativas. Además, la maniobrabilidad es más complicada con esta configuración que con un dique en ángulo abierto.

3.5.Alternativa 4. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.

Esta alternativa es un complemento a la alternativa 5, aumentando su longitud. Con ello se pretende mejorar la agitación en el Puesto de Atraque A, intentando que tenga valores que puedan competir el resto de las alternativas. La figura 8 muestra la configuración en planta de dicha alternativa.

La agitación mejora con respecto a la alternativa anterior, ya que el Puesto de Atraque A queda más resguardado frente al oleaje. Sin embargo, los valores que se obtienen siguen siendo notablemente peores que los obtenidos con las alternativas 1 o 2.

La maniobrabilidad mejora ligeramente, dado que al aumentar la longitud del canal de entrada que queda resguardado, el control del navío se hace más sencillo.

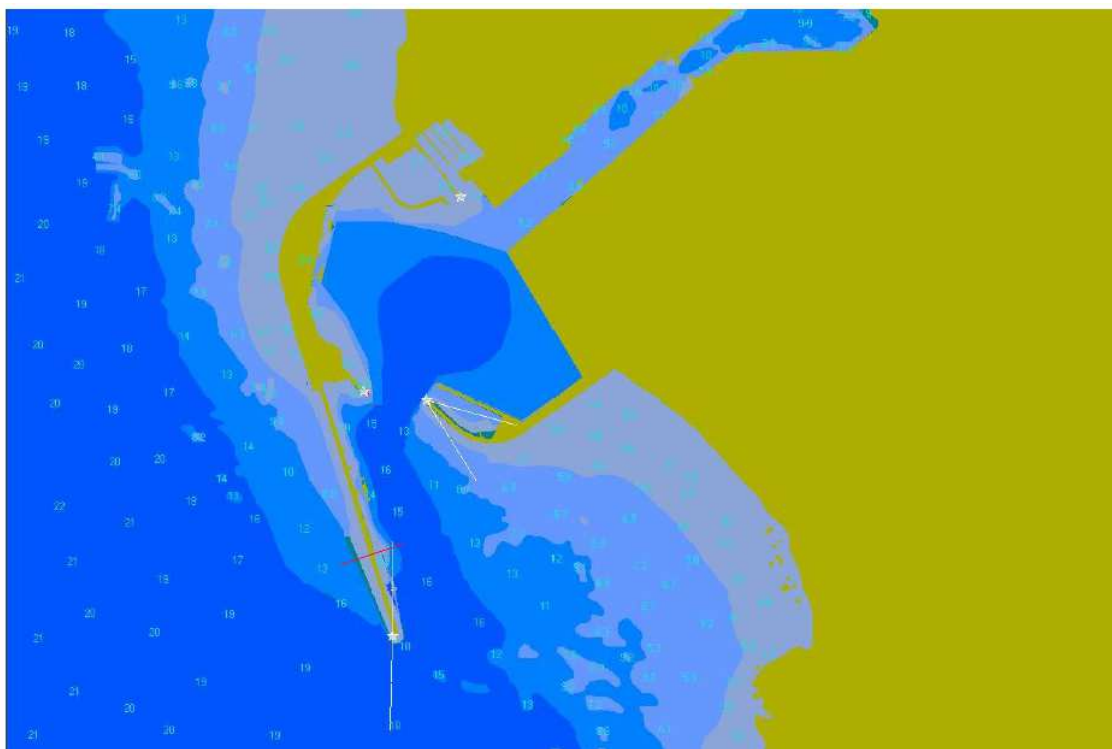


Figura 6: Configuración en planta de la alternativa 6

3.6.Alternativa 5. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ CERRADO

Se plantea una solución de extensión del dique con una longitud de 200 m con un ángulo cerrado de 30 grados. Esta solución pretende mejorar la agitación del Puesto de Atraque A ya que lo resguarda del oleaje que proviene del sur, que es el que entra más directamente en el interior del puerto.

Sin embargo, tras hacer el estudio de agitación, se comprueba que esta alternativa no es la que da mejor solución al problema, sino que queda relegada al tercer puesto. Además, la maniobrabilidad se ve muy comprometida, ya que para un buque de proyecto, como el que se ha empleado en el Anejo 7 correspondiente a la maniobrabilidad, resulta prácticamente imposible entrar al puerto con seguridad.

Por esta razón la alternativa 5 queda descartada en el estudio de alternativas.

3.7.Alternativa 6. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ CERRADO

Esta alternativa se plantea como complemento de la alternativa 3, aumentando la longitud de la extensión del dique para mejorar las condiciones de agitación en el Puesto de Atraque A. La figura 6 muestra la configuración en planta de dicha alternativa.

A pesar de aumentar la longitud del dique, la alternativa no mejora notablemente la agitación en el punto crítico, que es el Puesto de Atraque A. Además se agrava el problema de la maniobrabilidad, ya que el navío ha de hacer más maniobra para entrar en el interior del puerto.

Por esta razón la alternativa 6 queda descartada en el estudio de alternativas.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN SECCIÓN

4.1.TIPOLOGÍA DE DIQUES Y CONTRADIQUES

La sección tipo de un dique se puede describir considerando las siguientes partes:

- Cimentación: Determina la forma en que la estructura transmitirá los esfuerzos al terreno.
- Cuerpo central: Controla la transformación del flujo de energía del oleaje incidente y transmite a la cimentación la resultante de las acciones
- Superestructura: Controla el rebase sobre la coronación.

Esta división en tres partes facilita la descripción de la estructura y ayuda a establecer elementos de comparación entre tipologías. La línea que separa cada una de las partes no es precisa, pero la ordenación se realiza según la función principal que cada una de ellas desempeña.

Además, esta ordenación facilita la descripción de los elementos y subelementos. Por ejemplo, el manto principal es un elemento estructural construido, en general, con dos capas de piezas; la pieza, natural o artificial, del manto principal es un subelemento estructural del cuerpo central de un dique rompeolas.

4.1.1. Dique vertical

El dique vertical se caracteriza por tener un paramento vertical y por tener una parte central y una superestructura formadas por un único elemento estructural. También se les llama diques reflejantes ya que no se produce disipación sobre el paramento, a diferencia de los diques en talud, que disipan el oleaje. Esto dificulta mucho los cálculos, ya que es difícil prever qué oleaje actuará sobre la estructura, ya que al oleaje propagado calculado hay que añadir el oleaje reflejado que lo amplifica. Se suelen utilizar en situaciones donde el calado es muy elevado ya que reduce mucho el volumen de material utilizado y, por tanto, el coste de la obra. El principal inconveniente que presentan es que es una obra difícilmente reparable y se debe diseñar para avería total.

El cuerpo central se suele apoyar en una banqueta de cimentación de material

granular, debidamente protegida, en su caso, para que sea estable frente a las oscilaciones del mar. En zonas con grandes profundidades las dimensiones de esta banqueta pueden ser relevantes estando formada, generalmente, por un núcleo de todo uno de cantera enrasado a una profundidad tal que permita la colocación del cuerpo central (por ejemplo el fondeo del cajón), y que su estabilidad no esté afectada por las oscilaciones del mar.

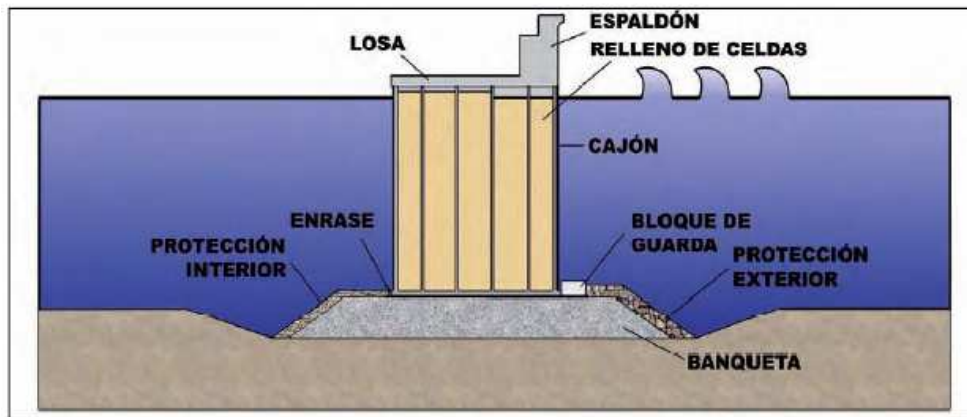


Figura 7: Disposición general de un dique vertical

En general, es razonable recurrir a este tipo de estructura para calados mayores de 18-20 m. En el presente proyecto, la profundidad de cálculo es de 17m, por tanto, podría ser una alternativa a tener en cuenta.

4.1.2. Dique en talud

Las obras en talud tienen la misión estructural de romper el oleaje sobre el talud y disipar su energía. Su diseño (cota de coronación, talud, tipo de elementos,..) depende de las acciones incidentes y del rebase máximo para mantener un comportamiento estructural y funcional admisible en las aguas abrigadas del puerto. Su principal inconveniente es que supone un volumen de material más elevado y la posibilidad de fallo durante su construcción. Como contrapartida, son de fácil reparación y reducen la incertidumbre sobre la altura de ola que afecta a la estructura, ya que reduce la reflexión del oleaje.

Los dos elementos principales que conforman el cuerpo central son el manto y el núcleo, pero es necesario colocar una transición de capas debido a la diferencia de

tamaño de grano de ambos materiales.

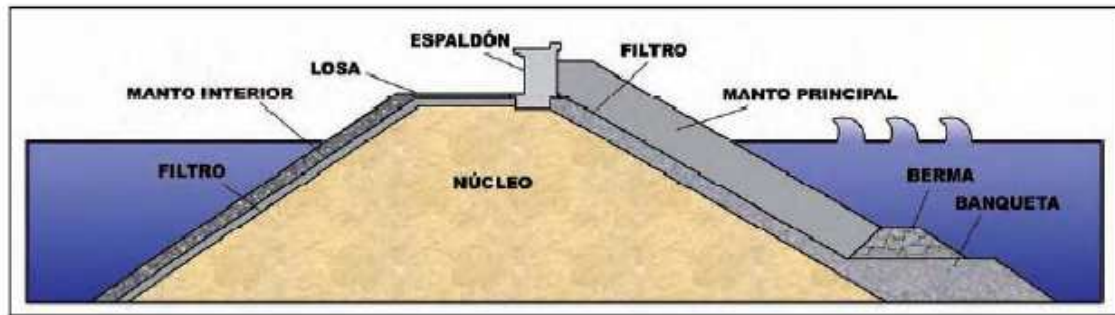


Figura 8: Disposición general de un dique en talud

El manto principal es el que resiste la acción del oleaje y puede estar formado por varios materiales. Excepto en el caso de fondo rocoso, para asegurar la estabilidad y la forma del talud es necesario construir una berma de pie que proteja adecuadamente el terreno, la cimentación y, además, proporcione apoyo a los mantos secundarios y principal. El dique en talud puede tener o no superestructura.

4.1.3. Dique mixto

Cuando un dique vertical requiere de una cimentación cuya proporción es muy notable (debido a la mala calidad del terreno) y modifica la cinemática y dinámica de las oscilaciones del mar, la tipología pasa a llamarse de dique mixto.

En este caso, el oleaje rompe sobre el propio talud, de manera que la ola llega al paramento a punto de romper e incluso puede llegar rota. Es de vital importancia entender que el comportamiento en pleamar es de reflexión, mientras que en bajamar actúa como un dique en talud disipando el oleaje.

La consideración de una estructura de este tipo se ha desestimado por los mismos motivos que el dique vertical.

4.1.4. Anticipación de la ROM 0.1

A pesar de que el Puerto de Leixões se halla en Portugal, por expresa petición del CLIENTE se considerarán los criterios que marca la recomendación española ROM 0.1, que propone que los factores a tener en cuenta para la elección del tipo de sección

sean:

- Los agentes del medio físico, del terreno, del uso y explotación, de los materiales y de los métodos y procedimientos constructivos.
- Los requisitos del uso y explotación y los condicionantes morfológicos, medioambientales, constructivos y de los materiales de mantenimiento, reparación y desmantelamiento.
- La morfodinámica litoral, la calidad de las aguas y el entorno ambiental.

Así pues, la elección pasa por cumplir una serie de requisitos de la manera más económica posible. Este preliminar normativo también hace un estudio básico comparativo de las distintas soluciones estructurales en función de diferentes aspectos:

- Agentes climáticos:

Tipología dique	Oleaje en presencia del dique	Profundidad (m)
En talud	todos	$0 \leq h_w < 35 - 45$
Verical	no rotura	$15 \leq h_w < 40 - 50$

- Comportamiento del terreno:

Tipo de suelo	Tipología
roca	todas
granulares flojos	algunas
granulares duros	todas
cohesivos blandos o rellenos de baja calidad	evitar diques verticales
rellenos homogéneos y permeables	todas

- Condicionantes morfológicos

En general, los diques verticales requieren menor volumen de materiales de préstamo cuando la obra de abrigo deba construirse en una zona de calados importantes (>25 m)

- Volumen de material y procesos constructivos:

Tipología	Vol. préstamo	Medios constructivos	Adaptabilidad a paradas constructivas
En talud Vertical	muy grande pequeño	carga, vertido; grúa importante fondeo cajón y vertido	posible difícil

- Requisitos climáticos en el uso y la explotación

Tipología	Partición de la energía
En talud Vertical	disipación y reflexión reflexión

- Tipo de conservación, reparación y desmantelamiento

Tipología	Conservación	Reparación	Interacción	Desmantelamiento
En talud Vertical	facile compleja	lenta, cara rápida, cara	alta baja	complicado, difícil sencillo

- Requisitos ambientales:

Tipología	Volumen de materiales	Interacción con el entorno	Oxigenación agua nichos ecológicos
En talud Vertical	grande pequeño	significativa significativa	alta-muchos, diversos baja-pocos

4.1.5. Conclusiones

Tras la recopilación de información acerca de las ventajas e inconvenientes de cada tipo de sección, se ha optado por un dique en talud por los motivos que se exponen a continuación

- El dique en talud disipa mejor el oleaje. Dado que el motivo del proyecto es la elevada agitación en el interior del puerto, un dique vertical que refleja totalmente el oleaje no se ha considerado apropiado para combatir este fenómeno.
- La profundidad que se tiene en la zona estudio, entre 16 y 17 metros, no es tan elevada como para plantear la necesidad de establecer un dique en talud ya

que se recomienda el uso de dique vertical a partir de los 18 o 20 metros de profundidad.

- La Autoridad Portuaria del Puerto de Leixões ha expresado su deseo de no emplear una sección en vertical ni una sección mixta. Los motivos expuestos son que significaría un cambio demasiado brusco del tipo de sección que afectarían demasiado a nivel Paisajístico.

Dado que la Autoridad Portuaria del Puerto de Leixões es la promotora de este proyecto, el objetivo será cumplir los deseos y requerimientos que transmita.

Por tanto, se ha descartado este tipo de sección estructural.

5. MATERIALES A EMPLEAR

Una vez decidido el tipo de sección que se va a emplear, en este caso dique en talud, se debe determinar qué materiales se emplearán.

La escollera natural, debido a su elevado precio, generalmente sólo es rentable para calados inferiores a 7 metros. Como el calado que se presenta en este caso es mayor, se opta por el uso de elementos de hormigón prefabricados.

5.1.SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, el Puerto de Leixões tiene un manto principal constituido por elementos artificiales de tipo tetrápodo. Este tipo de elementos ha causado problemas prácticamente desde su colocación, ya que debido al fuerte impacto que genera el oleaje sobre el manto, las patas del tetrápodo se rompen perdiendo masa el elemento y perdiendo en consecuencia capacidad estabilizadora. Poco a poco con los años se ha observado el retroceso que ha sufrido el manto principal tal y como se muestra en la figura 9. El problema de la pérdida de material se solucionó con la construcción del dique sumergido, por lo que no se considera necesaria ninguna actuación adicional, pero queda comprobado el mal resultado que proporcionan los elementos en el mencionado caso de estudio.

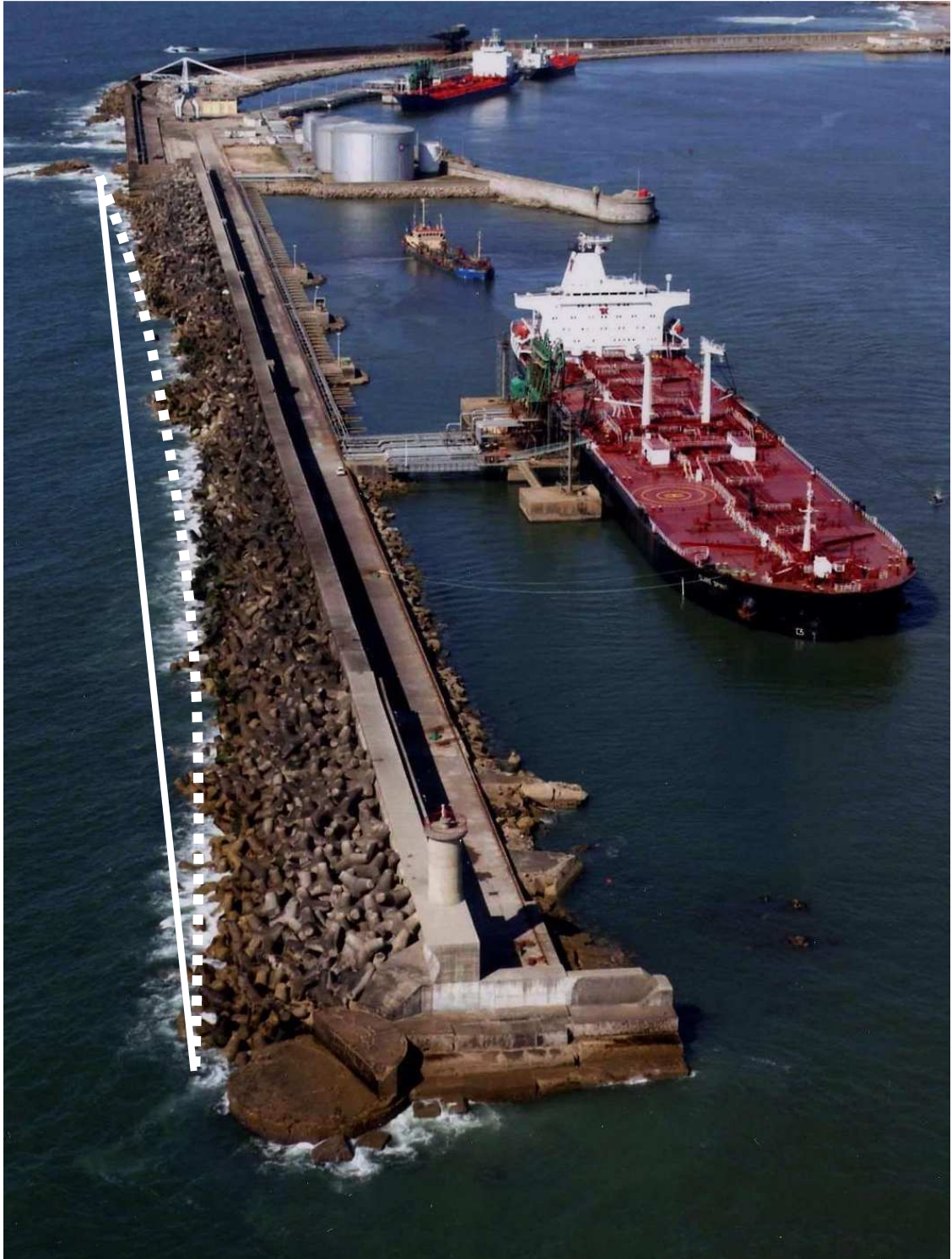


Figura 9: Pérdida de material en el dique de abrigo del puerto

En las figuras 10 y 11 se observa como la colocación del dique sumergido solucionó el problema de la pérdida de tetrápodos, ya que la reposición de elementos se convirtió en prácticamente nula.

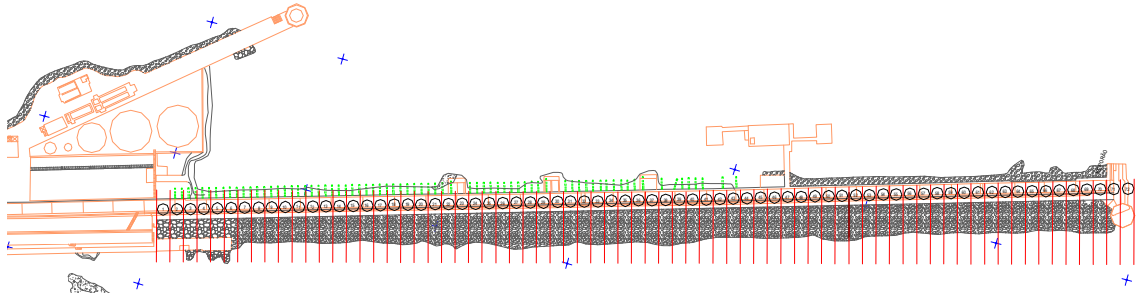


Figura 10: Esquema división en sectores de estudio del rompeolas norte

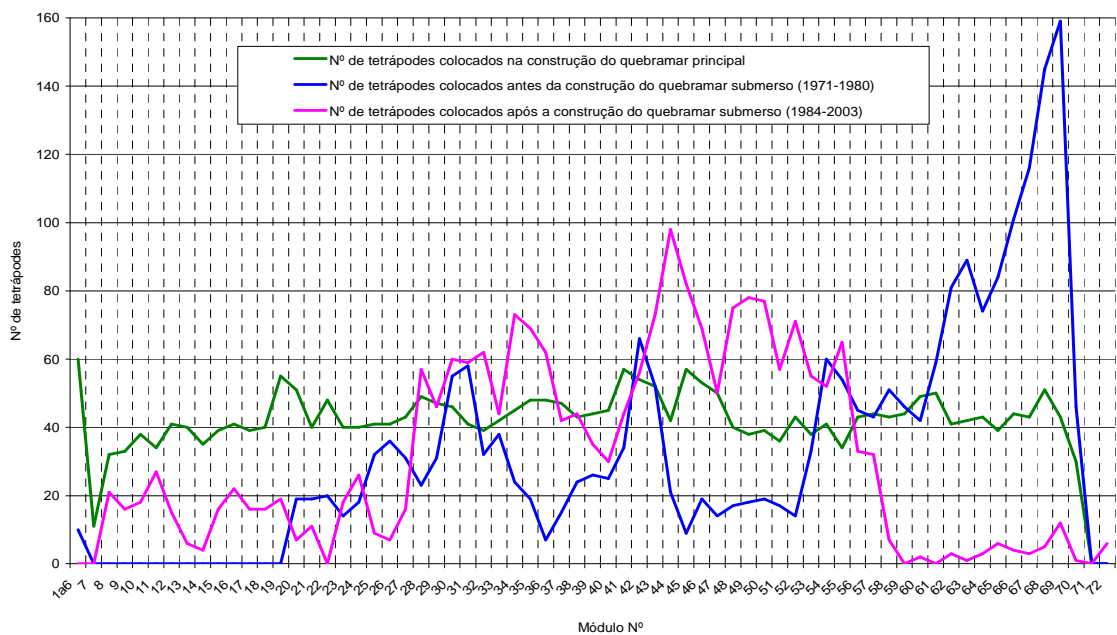


Figura 11: Variación del número de tetrápodos colocados en cada uno de los bloques

5.2.TIPOLOGÍA DE ELEMENTOS PREFABRICADOS CONSIDERADOS:

Las piezas o elementos que conforman el manto principal de un dique en talud se pueden clasificar en tres categorías:

- Piezas masivas, pesadas y voluminosas colocadas de manera aleatoria (cubos, bloques, paralelepípedos, antífer,...)
- Piezas con formas esbeltas complejas que presentan trabazón y fricción entre ellas, dispuestas generalmente en malla por coordenadas (tetrápodos, dolos, acrópodos, ecópodos,...)
- Piezas perforadas colocadas en malla definida cuyo objetivo es disminuir el gradiente térmico generado por la hidratación del cemento en las unidades de

gran tamaño (diode, cubo perforado, antifer perforado,...)

Cada una de ellas presenta sus ventajas e inconvenientes, sus propiedades, su prediseño, sus recomendaciones de uso y sus diferentes realizaciones con sus éxitos y fracasos.

5.2.1. Cubo

Primera pieza de hormigón prefabricado pensada para su colocación como elemento del manto principal de diques en talud.

En las costas españolas se utilizan generalmente estos elementos cúbicos ya que presentan múltiples ventajas: son robustos, fáciles de construir, tienen un comportamiento flexible frente al oleaje, no sufren roturas importantes ni pierden estabilidad con la intensidad de los temporales. Por otro lado, son más tolerantes a los errores de diseño que se traducen en erosiones mayores pero raramente en rotura total del dique.

Sin embargo, los bloques cúbicos presentan serios inconvenientes debido a su tendencia a adoquinarse (acoplamiento cara a cara), lo que ocasiona una compactación elevada en las zonas inferiores (por debajo del nivel medio del mar) y pérdida por deslizamiento de bloques del manto en las zonas superiores. Además, el acoplamiento cara a cara puede provocar pérdidas importantes de fricción con la capa inferior y facilitar el consiguiente deslizamiento de los elementos del manto principal.

Estos problemas influyen de forma considerable en la estabilidad, el remonte y rebase del oleaje sobre la estructura, afectando el diseño y la operativa portuaria.

5.2.2. Antifer

Se trata de una pieza evolucionada del cubo y del bloque paralelepípedo de hormigón, masiva, que se caracteriza por encontrarse ranurado. Útil como bloquebicapa con taludes recomendables $\cotg \alpha = 1,33$ y $1,50$ (en algunos puertos incluso $\cotg \alpha = 2$) y cuyo coeficiente de porosidad es de $0,44$ (llegándose a $0,49$ con bloques muy grandes en peso y como máximo de 90 tn).

5.2.3. Tetrápodos

Consiste en un cuerpo central del cual emergen cuatro patas troncocónicas formando ángulos de 120 ° entre sí. Estas unidades se instalan en varias capas superpuestas y hacen uso tanto de su peso como de las condiciones que brinda su forma original para trabarse o engranarse entre ellas por sus patas.

Debido a los malos resultados obtenidos con este tipo de elemento en la zona de estudio, se desestima el uso de tetrápodos en el presente proyecto.

5.2.4. Dolos

Tiene la forma de una H mayúscula a la que se le ha girado 90° una de sus dos patas. El cuerpo está formado por un prisma de sección octogonal; las patas también son de sección transversal octogonal, pero ahusadas desde su unión con el cuerpo hacia sus extremos. Son piezas de hormigón no reforzado que se construyen con la ayuda de un molde de acero. Muchas veces se refuerza el hormigón con fibras de acero para dar más resistencia frente a la ausencia de barras de acero. Su peso es superior a las 20 toneladas y es por ese motivo por el que se recomienda que su fabricación sea cercana al punto de colocación.

Su diseño provoca que sea más difícil de dislocar que una pieza con peso similar y lados lisos.

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

6.1.CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA VALORACIÓN

Una vez que se han establecido los métodos de análisis multicriterio que serán utilizados es importante pasar a describir los criterios que serán utilizados en el análisis de alternativas. Así pues, los criterios que se han establecido para valorar las distintas alternativas y realizar un análisis multicriterio son las siguientes:

- Funcionalidad.
- Coste de inversión.
- Maniobrabilidad y accesibilidad.
- Impacto visual.

- Impacto sobre la playa.

A continuación se detallan uno a uno estos criterios.

6.1.1. Funcionalidad

El primer criterio utilizado para valorar las distintas alternativas es el de la funcionalidad. Se trata de uno de los criterios más importantes ya que el punto de partida de la redacción de este proyecto es la resolución de los problemas de agitación existentes. Por tanto, solucionar los problemas de agitación está directamente relacionado con la funcionalidad del puerto. Su importancia es debida a:

- Si se resuelven los problemas de agitación, la operatividad del puesto de atraque A será mayor, con el beneficio económico que eso aporta al Puerto de Leixões.

La tabla 1, extraída del *Anejo 05: Agitación*, muestra los valores de agitación que se alcanzan en el Atraque A para cada alternativa considerada.

	H_{p3}					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
SSO	0.419155	0.394107	1.149	0.59145	0.514752	0.514752
SO	0.350584	0.322907	0.86832	0.395839	0.477576	0.455868
OSO	0.465375	0.468753	1.01352	0.684815	0.810816	0.67568
O	0.475771	0.500812	1.05941	0.734629	0.77048	0.693432
ONO	0.507733	0.494372	1.13058	0.836647	0.82224	0.740016
NO	0.299858	0.31564	0.7891	0.448329	0.505024	0.568152
NNO	0.054503	0.049176	0.14343	0.011756	0.073764	0.08196

Tabla 1: Valores de agitación en el Atraque A para cada alternativa

Tal y como se puede observar, es la alternativa 2 la que genera unos valores menores de agitación para cualquier dirección de oleaje.

6.1.2. Coste de inversión

El segundo criterio utilizado para valorar las distintas alternativas es el del coste de la inversión, que se trata de otro de los criterios más importantes. Para calcular el coste de inversión de cada alternativa, se ha realizado un cálculo aproximado del coste de construcción de las estructuras marítimas que conforman las distintas alternativas, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Construcción y colocación de los bloques cúbicos de hormigón
- Construcción del núcleo y mantos secundarios del dique en talud.

En las seis alternativas que se presentan, se juega con la dirección que tomará la extensión del dique y su longitud. El único factor que influye en el coste total de la obra es la longitud del dique, por tanto, las alternativas 1 y 3 tendrán el mismo coste, así como las alternativas 2 y 6.

El precio estimado por metro lineal de dique se establece en 90.000€. Por tanto, los costes de las diferentes alternativas serán:

Alternativa 1, Alternativa 3: **18 millones de euros**

Alternativa 2, Alternativa 4: **27 millones de euros**

Estos costes son aproximados y únicamente se utilizan para comparar entre alternativas. Se ha definido una serie de profundidades y en cada una de ellas se ha definido una sección tipo. Para cada una de estas secciones se ha calculado el coste del metro lineal. Una vez conocidos estos precios, se ha calculado el coste total de cada alternativa.

Los precios que se han utilizado para el estudio provienen del proyecto de ampliación del puerto de Gijón, en el que el tamaño de los bloques de hormigón, las profundidades de la obra y la pendiente del dique eran de características similares.

6.1.3. Accesibilidad y maniobrabilidad

El tercer criterio utilizado para valorar las distintas alternativas es el de la accesibilidad y maniobrabilidad de las embarcaciones. Se trata de otro de los criterios más importantes ya que cualquier actuación que reduzca la accesibilidad que existe actualmente tiene un impacto negativo importante, puesto que la presente ya es bastante reducida. Por tanto, diseñar una estructura que interfiera en la menor medida posible a la navegabilidad y acceso de las embarcaciones está relacionado con la operatividad del puerto.

La clasificación de más favorable a menos favorable en cuanto a maniobrabilidad de

las Alternativas consideradas se extrae del *Anejo 08: Estudio de Maniobrabilidad* y se describe a continuación:

- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 1
- Alternativa 4

En este caso, la alternativa más favorable es la Alternativa 2.

6.1.4. Impacto Visual

Un cuarto criterio utilizado para valorar las distintas alternativas es el del impacto visual que crean las obras proyectadas. Se trata de un criterio menos importante que los tres anteriores, pero aún así, es un criterio a tener en cuenta.

Una actuación que cree menor impacto visual será mejor recibida por la sociedad y más teniendo en cuenta el entorno socioeconómico del Puerto de Leixões.

Entre las seis alternativas contempladas, existen dos factores que influyen en el impacto visual: la dirección y la longitud de la extensión del dique.

Las alternativas que proponen una extensión con un ángulo respecto a la configuración inicial (es indiferente si es abierto o cerrado) proporcionan un menor impacto visual puesto que el observador desde la playa sólo percibe la longitud de la proyección del dique y no su longitud total. Para el caso particular, la diferencia entre el impacto de la estructura orientada un cierto grado y la estructura con la misma dirección es muy pequeña, de apenas 23m. Por tanto, se puede considerar que para una misma longitud de dique, independientemente de la dirección, el impacto visual será el mismo.

Tomada esta consideración, se pueden dividir las alternativas en dos grupos:

- Mayor impacto visual: Alternativa 2 y 4.
- Menor impacto visual: Alternativa 1 y 3.

Cabe recordar que para todas las alternativas la cota de coronación es la misma y, por tanto, no es un factor a comparar.

6.1.5. Impacto sobre la playa

Tal y como se ha comentado, el impacto que tendrá el dique sobre el oleaje en la playa de Matosinhos puede influenciar negativamente en la economía del entorno, ya

que en la zona existen muchos negocios derivados del Surf. Por tanto, la proporción de playa en la que se reduce la altura de ola es un factor a tener en cuenta.

Por ese motivo, se considerará que las alternativas 1 y 3 tienen menos impacto sobre la playa que las alternativas 2 y 4.

6.2.RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

La Alternativa 2 es la alternativa que presenta mejores resultados para todos los factores que se ha analizado. Es la alternativa que reduce más la agitación y la que permite mayor maniobrabilidad, los dos factores más importantes para el correcto funcionamiento del Atraque A. A pesar de ser un 30 % más cara que la Alternativa 1, se ha considerado como prioritaria la reducción de la agitación en el puerto ya que las pérdidas que su inutilización conlleva son millonarias.

Como se ha podido comprobar el impacto visual no es muy diferente entre alternativas, así que se ha considerado poco significativo.

Por tanto, se considera que bajo el punto de vista Socioeconómico, Paisajístico y Operativo del Puerto, la Alternativa 2 es la más idónea ya que es la más beneficiosa para la operatividad del Atraque A del Terminal de Petroleros.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 07 BASES DE DISEÑO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CÁLCULO DEL PERIODO DE RETORNO	1
2.1.	ROM 02.09.....	1
2.1.1.	Vida útil	2
2.1.2.	Nivel de Riesgo.....	3
2.1.3.	Periodo de Retorno.....	4
2.2.	ROM 0.0.....	4
2.2.1.	Cálculo del índice IRE	5
2.2.2.	Cálculo del índice ISA	6
2.2.3.	Vida útil:	7
2.2.4.	Riesgo máximo admisible:	7
2.2.5.	Periodo de retorno:	8
2.3.	COMPARACIÓN RESULTADOS	8

1. INTRODUCCIÓN

Las obras marítimas se construyen para dar un servicio a la sociedad creando actividades económicas, sociales e interfiriendo con el medio ambiente. Para que esto sea posible, la obra deberá ser fiable, funcional y operativa durante el tiempo que se establezca que permanecerá en servicio y durante las distintas fases de proyecto: construcción y servicio. Durante la vida útil de la estructura, pueden suceder fenómenos que provoquen una pérdida de sus propiedades de, tanto estructurales como de servicio, uso o explotación y por tanto, se puede establecer que existe un riesgo que se asume cuando se proyecta la estructura. Cuanto más sobredimensionada está la obra menor es ese riesgo pero mayor es su coste, por tanto, se debe encontrar un equilibrio y definir un riesgo máximo admisible.

Es por eso, que las bases de diseño se basan en la determinación de una vida útil, un riesgo máximo admisible y un periodo de retorno.

2. CÁLCULO DEL PERIODO DE RETORNO

El periodo de retorno (T_R) se define como el inverso de la probabilidad de no excedencia de un suceso en general en un año medio. En el caso de estudio, el suceso que se tiene en cuenta es la altura de ola y la dirección.

La Recomendación sobre Obras Marítimas propone dos formas distintas de calcular el periodo de retorno. La ROM 02.90 lo calcula según el nivel de riesgo (E) y la vida útil (L) de la estructura. La ROM 0.0 lo calcula según el Índice de Repercusión Económica (IRE) y el Índice de repercusión Social y Ambiental (ISA). A continuación se desarrollarán ambos métodos y se discutirán las diferencias de resultados obtenidas entre ellos.

2.1.ROM 02.09

El nivel de riesgo (E) y la vida útil (L) son los parámetros necesarios para el cálculo del periodo de retorno, estableciendo la siguiente relación entre ellos:

$$E = 1 - e^{\left(-\frac{L}{T_R}\right)}$$

2.1.1. Vida útil

En la normativa se presenta la siguiente tabla en la que se define la vida útil en función del tipo de obra que se proyecta y del nivel de seguridad que requiere.

TABLA 2.2.1.1. VIDAS ÚTILES MÍNIMAS PARA OBRAS O INSTALACIONES DE CARÁCTER DEFINITIVO (en años)			
TIPO DE OBRA O INSTALACIÓN	NIVEL DE SEGURIDAD REQUERIDO		
	NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
INFRAESTRUCTURA DE CARÁCTER GENERAL	25	50	100
DE CARÁCTER INDUSTRIAL ESPECÍFICO	15	25	50

Table 1: Vida útil en función del tipo de instalación

Por tanto, se deberá definir qué tipo de obra se está tratando en base a las definiciones que se presentan:

- Infraestructura de carácter general: No ligadas a la explotación industrial o de un yacimiento concreto.
- De carácter industrial específico: Obras al servicio de una instalación industrial concreta o ligadas a la explotación de recursos o yacimientos de naturaleza transitoria (por ejemplo, puerto de servicio de una industria, cargadero mineral afecto a un yacimiento concreto, plataforma de extracción de petróleo,...)

Además se define el nivel de seguridad requerido:

- NIVEL 1: Obras e instalaciones de interés local o auxiliares. Pequeño riesgo de vidas humanas o daños medioambientales en caso de rotura. (Obras de defensa y regeneración de costas, obras en puertos menores deportivos, emisarios locales, pavimentos, instalaciones para manejo y manipulación de mercancías, edificaciones,...).
- NIVEL 2: Obras e instalaciones de interés general. Riesgo moderado de pérdida de vidas humanas o daños medioambientales en caso de

rotura.(Obras en grandes puertos, emisarios de grandes ciudades,...)

- **NIVEL 3:** Obras e instalaciones de protección contra inundaciones o de carácter supranacional. Riesgo elevado de pérdidas de vidas humanas o daños ambientales en caso de rotura. (Defensa de núcleos urbanos o bienes industriales,...)

Según las definiciones expuestas en la normativa, se definirá la infraestructura como de carácter general y nivel de seguridad 1. Por tanto, la vida útil según la ROM 0.2-90 es de **25 años**.

2.1.2. Nivel de Riesgo

El nivel de riesgo depende de cómo sea la estructura que se quiere proyectar. Se diferencia entre estructuras que tienen rotura frágil de las estructuras flexibles cuya destrucción no es inmediata. Existen dos tipos de riesgo:

- Riesgo inicio de averías, para el caso de estructuras flexibles.
- Riesgo de destrucción total, para el caso de obras rígidas o cuya rotura es frágil.

Otro factor que se tiene en cuenta es la repercusión que la destrucción de la obra podría tener tanto económicamente como en términos de pérdidas de vidas humanas.

a) Riesgo de iniciación de averías.

		POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA.	BAJA	0,50	0,30
	MEDIA	0,30	0,20
	ALTA	0,25	0,15

Indice : $\frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$

Table 2: Riesgo de iniciación de averías según la ROM 02.09

b) Riesgo de destrucción total.

REPERCUSIÓN ECONÓMICA EN CASO DE INUTILIZACIÓN DE LA OBRA.		POSIBILIDAD DE PÉRDIDAS HUMANAS	
		REDUCIDA	ESPERABLE
Indice r: $\frac{\text{Coste de pérdidas}}{\text{Inversión}}$	BAJA	0,20	0,15
	MEDIA	0,15	0,10
	ALTA	0,10	0,05

Table 3: Riesgo de iniciación total según la ROM 02.09

Como la estructura que se va a proyectar consiste en un dique en talud, se trata de una estructura flexible. Dado que la extensión del dique conllevaría un aumento de la operabilidad del Puesto de Atraque A del terminal de Petroleros, se considera que si la obra quedara inutilizada la repercusión económica sería media, sin embargo, la posibilidad de pérdidas humanas es bajas ya que la extensión del dique se encuentra alejada del núcleo del puerto.

Por tanto, el nivel de riesgo que se asume es de **E=0.30**.

2.1.3. Periodo de Retorno

Despejando de la fórmula anteriormente citada se obtiene la expresión del periodo de retorno en función del nivel de riesgo y de la vida útil

$$T_R = -\frac{L}{\ln(1 - E)}$$

Como se ha asumido L=25 años y E=0.30:

$$T_R = -\frac{25 \text{ años}}{\ln(1 - 0.30)} = 70.09 \text{ años} \approx 70 \text{ años}$$

2.2.ROM 0.0

Como está previsto que la obra permanezca en un mismo emplazamiento con las mismas características durante más de 5 años, se puede considerar como definitiva según la ROM 0.0.

Para calcular el periodo de retorno, se deben calcular 2 indicadores que establecen el carácter general de la obra (IRE e ISA).

2.2.1. Cálculo del índice IRE

El Índice de Repercusión Económica (IRE) valora cuantitativamente las repercusiones económicas, por reconstrucción de la obra (C_{RD}), y por cese o afección de las actividades económicas directamente relacionadas con ella (C_{RI}), previsibles, en el caso de producirse la destrucción o la pérdida de operatividad de la misma. El IRE se puede calcular por la siguiente relación de costes:

$$IRE = \frac{C_{RD} + C_{RI}}{C_0}$$

C_0 es un parámetro de adimensionalización económico, que depende de la estructura económica y del nivel de desarrollo económico del país donde se efectúa la obra. Como en España este parámetro toma un valor de 3 M€ y se considera que la estructura y desarrollo económico son similares en Portugal y España, se tomará ese mismo valor para el caso considerado.

En el caso de estudio, el valor de C_{RD} se estima siguiendo las recomendaciones presentes en la ROM 0.0., como el valor de construcción inicial de la obra, que se supone de aproximadamente 4 M€.

El cociente C_{RI}/C_0 , se puede evaluar mediante la relación:

$$\frac{C_{RI}}{C_0} = (C) \cdot [(A) + (B)]$$

Donde:

- (A): Ámbito del sistema productivo al que se sirve la obra:
 - (1) Local
 - (2) Regional
 - (5) Nacional/Internacional
- (B): Importancia estratégica del sistema económico y productivo al que se sirve la obra:
 - (0) Irrelevante
 - (2) Relevante
 - (5) Esencial
- (C): Importancia de la obra para el sistema económico y productivo al que se

sirve la obra:

(0) Irrelevante

(1) Relevante

(2) Esencial

Se considera para el caso de estudio, se consideran los siguientes valores:

- A=5 Ámbito Local
- B=0 Importancia irrelevante para el sistema económico y productivo
- C=1 Importancia de la obra relevante para el sistema económico y productivo al que sirve.

Por tanto, el cociente $C_{RI}/C_0 = 5$

El Índice de Repercusión económica finalmente toma un valor de 6.3.

En función del valor del Índice de Repercusión Económica IRE, las obras marítimas se clasifican en tres tipos correspondientes a tres intervalos:

- R_1 , obras con repercusión económica baja: $IRE \leq 5$
- R_2 , obras con repercusión económica media: $5 \leq IRE \leq 20$
- R_3 , obras con repercusión económica alta: $IRE > 20$

Por tanto, la obra que nos ocupa se puede considerar de **repercusión económica media**.

2.2.2. Cálculo del índice ISA

Este índice estima cualitativamente el impacto social y ambiental esperable en el caso de producirse la destrucción o la pérdida de operatividad total de la obra marítima, valorando la posibilidad y alcance de:

- (1) pérdida de vidas humanas, ISA_1
- (2) daños en el medio ambiente y en el patrimonio histórico y artístico, ISA_2
- (3) alarma social generada, ISA_3

El ISA se define por el sumatorio de los tres factores mencionados:

$$ISA = \sum_{i=0}^3 ISA_i$$

Para su cuantificación se tendrán en cuenta las características y función específica de la obra, estableciendo (en su caso) un rango posible para los valores adoptados:

ISA1: Subíndice de posibilidad y alcance de pérdida de vidas humanas, tomando los valores: Remoto (0), Bajo (3), Alto (10), Catastrófico (20).

ISA2: Subíndice de daños en el medio ambiente y en el patrimonio histórico artístico:

Remoto (0), Bajo (2), Medio (4), Alto (8), Muy Alto (15).

ISA3: Subíndice de alarma social: Bajo (0), Medio (5), Alto (10), Máxima (15).

En el caso de las obras del Puerto de Leixões, se asignan los siguientes valores:

ISA₁: 3

ISA₂: 0

ISA₃: 0

Por tanto, el valor $ISA=3$, que según la ROM 0.0., la obra se puede clasificar como una obra sin repercusión social y ambiental significativa ($ISA < 5$).

2.2.3. Vida útil:

La duración de la fase de proyecto servicio, V_m , o vida útil será, como mínimo, el valor consignado en la tabla 2.1 de la ROM 0.0., en función del IRE, índice de repercusión económica de la obra marítima.

IRE	≤ 5	6 - 20	> 20
Vida útil en años	15	25	50

Table 4: Vida útil según el índice IRE

Por tanto, como el valor obtenido del IRE es de 6.2, la vida útil mínima será de 25 años.

2.2.4. Riesgo máximo admisible:

La probabilidad conjunta de fallo $p_{f,ELU}$ frente a los modos de fallo principales

adscritos a los estados límite últimos no podrá exceder los valores consignados en la tabla 2.2 de la ROM 0.0., en su vida útil.

ISA	< 5	5 -19	20 -29	≥ 30
P_{FRII}	0.20	0.10	0.01	0.0001
β_{FRII}	0.84	1.28	2.32	3.71

Table 5: Riesgo admisible según el índice ISA

Como el valor del ISA obtenido es menor que cinco, el riesgo máximo admisible será de 0.20.

2.2.5. Periodo de retorno:

$$T_R = -\frac{L}{\ln(1-E)} = 112.04 \approx 112 \text{ años}$$

Introduciendo los valores de riesgo y vida útil obtenidos a partir del IRE e ISA se obtiene un periodo de retorno de 112 años.

2.3.COMPARACIÓN RESULTADOS

Se ha decidido emplear el periodo de retorno obtenido por ROM 0.0 ya que se basa en un modelo probabilista, además de tener en cuenta factores sociales, ambientales y económicos que no considera la ROM 0.2-90.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 07

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	CONDICIONANTES GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS	1
2.1.	TÉCNICOS Y FUNCIONALES	1
2.2.	PAISAGÍSTICOS Y MEDIOAMBIENTALES	1
2.3.	ECONÓMICOS DEL ENTORNO.....	2
3.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN PLANTA.....	3
3.1.	ALTERNATIVA 0. NO ACTUACIÓN	4
3.2.	Alternativa 1. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO	5
3.3.	Alternativa 2. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO	6
3.4.	Alternativa 3. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.....	7
3.5.	Alternativa 4. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.....	8
3.6.	Alternativa 5. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ CERRADO	9
3.7.	Alternativa 6. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ CERRADO	9
4.	DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN SECCIÓN.....	10
4.1.1.	Dique vertical	10
4.1.2.	Dique en talud.....	11
4.1.3.	Dique mixto.....	12
4.1.4.	Anticipación de la ROM 0.1.....	12
4.1.5.	Conclusiones	14

5.	MATERIALES A EMPLEAR	15
5.1.	SITUACIÓN ACTUAL	15
5.2.	TIPOLOGÍA DE ELEMENTOS PREFABRICADOS CONSIDERADOS:	17
5.2.1.	Cubo	18
5.2.2.	Antifer	18
5.2.3.	Tetrápodos	19
5.2.4.	Dolos	19
6.	ANÁLISIS MULTICRITERIO	19
6.1.	CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA VALORACIÓN	19
6.1.1.	Funcionalidad	20
6.1.2.	Coste de inversión	20
6.1.3.	Accesibilidad y maniobrabilidad	21
6.1.4.	Impacto Visual	22
6.1.5.	Impacto sobre la playa	22
6.2.	RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y CONCLUSIONES	23

1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se analizan las diferentes alternativas para la ampliación del Puerto de Leixões. Las propuestas planteadas se focalizan en la mejora funcional, es decir, la reducción de la agitación, pero también se han tenido en cuenta criterios de integración en el entorno debido a la proximidad de una playa con actividad económica orientada al surf.

El estudio de las alternativas planteadas se organiza en cuatro grandes apartados:

- Condicionantes generales de las alternativas.
- Determinación de las diferentes alternativas en planta.
- Determinación de la sección óptima para cada alternativa en planta.
- Análisis y valoración de las alternativas consideradas.

En la elección de las secciones se ha tenido en cuenta las Recomendaciones en Obras Marítimas, el Coastal Engineering Manual y las condiciones impuestas por la Autoridad Portuaria de Leixões.

2. CONDICIONANTES GENERALES DE LAS ALTERNATIVAS

2.1.TÉCNICOS Y FUNCIONALES

La característica principal que deberán cumplir cada una de las alternativas es la reducción de la agitación en el interior del puerto, motivo por el cual es necesaria la realización del presente proyecto. Además, la ampliación del puerto no deberá poner en peligro la maniobrabilidad de los buques.

2.2.PAISAGÍSTICOS Y MEDIOAMBIENTALES

La solución adoptada se ha de integrar paisajísticamente en el entorno, tratando de minimizar el impacto visual de la obra y tratando de integrar el nuevo espacio portuario creado con el existente y con el municipio que le rodea. El dique rompeolas actual ya ejerce de barrera visual para los bañistas de la Playa de Matosinhos, y una extensión del dique agravará este factor, tal y como muestra la figura 1.



Figura 1: Vista del dique actual y de la extensión desde la playa de Matosinhos

A pesar de que la extensión del dique no provocará impacto en la calidad de las aguas que bañan la playa de Matosinhos, el impacto visual aumentará. Se debe elegir la alternativa procurando reducir al mínimo los impactos negativos sobre el medio, como la afectación a playas vecinas.

2.3.ECONÓMICOS DEL ENTORNO

En la playa adyacente al puerto de Leixões, la playa de Matosinhos, se realizan diversas actividades relacionadas con el Surf, debido a la cantidad de días del año con elevadas alturas de ola y por el tipo de rotura que presentan las mismas. En la actualidad, siete escuelas de surf trabajan en la playa y existe gran cantidad de tiendas y negocios asociados a este deporte que viven de esta actividad. Debido al gran impacto que podría tener una gran reducción del oleaje en la playa, se debe considerar este factor como de gran importancia.

La figura 2 muestra la cantidad de escuelas de surf que están ubicadas en dicha playa. Además de escuelas, existen muchos negocios asociados a esta actividad que se podrían ver afectados.



Figura 2: Escuelas de surf en la playa de Matosinhos

Además, la barrera visual que se creará por la extensión del dique puede crear una migración de bañistas a playas cercanas en busca de mayor confort. Esto puede perjudicar a negocios de la playa, como bares, restaurantes y hoteles.

3. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN PLANTA

Existen algunas consideraciones en cuanto al diseño en planta que son comunes para todas las alternativas. Debido a la configuración actual del puerto, sólo se contempla la posibilidad de prolongar el dique de abrigo y no de modificar el muelle sur, ya que esa posibilidad imposibilitaría la maniobrabilidad del puerto e implicaría derrumbes que aumentarían considerablemente el coste de la obra.

La orientación de la ampliación del dique puede ser hacia el interior del puerto ($\alpha < 0$), una alineación recta siguiendo la orientación actual del dique ($\alpha = 0$) o bien una orientación hacia el exterior ($\alpha > 0$).

Con estas posibilidades se analizan las diversas alternativas teniendo en cuenta el diseño en planta de la ampliación. En el apéndice que se presenta al final del presente anejo, se incluyen los planos correspondientes a las diferentes alternativas. Hay que remarcar que estos planos son ilustrativos, tanto por la superficie como por las dimensiones, ya que no son definitivas.

La solución definitiva será la que se desarrolle con detalle.

3.1.ALTERNATIVA 0. NO ACTUACIÓN

Esta alternativa se debe considerar siempre y consiste en no realizar ninguna actuación y dejar la situación del puerto tal y como está en la actualidad.

Esta alternativa, de la misma forma que las otras, presenta ventajas e inconvenientes. La no realización de una actuación implica coste de inversión cero, no se realiza ningún impacto ambiental sobre el entorno y no se perjudica la actividad económica de la región.

Por otro lado, no se solucionan los problemas actuales de operatividad que sufre el puesto de atraque A, por lo que en realidad sí que hay un coste traducido en forma de dinero que se deja de ganar por este problema.

En el Anejo 05: Estudio de agitación, se explica con detenimiento la problemática actual del puerto.

3.2.Alternativa 1. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO

Se plantea una solución de extensión del dique una longitud de 200 m con un ángulo abierto de 30° , ya que resulta favorable en términos de agitación, maniobrabilidad e impacto ambiental. La figura 3 muestra la configuración en planta de dicha alternativa.

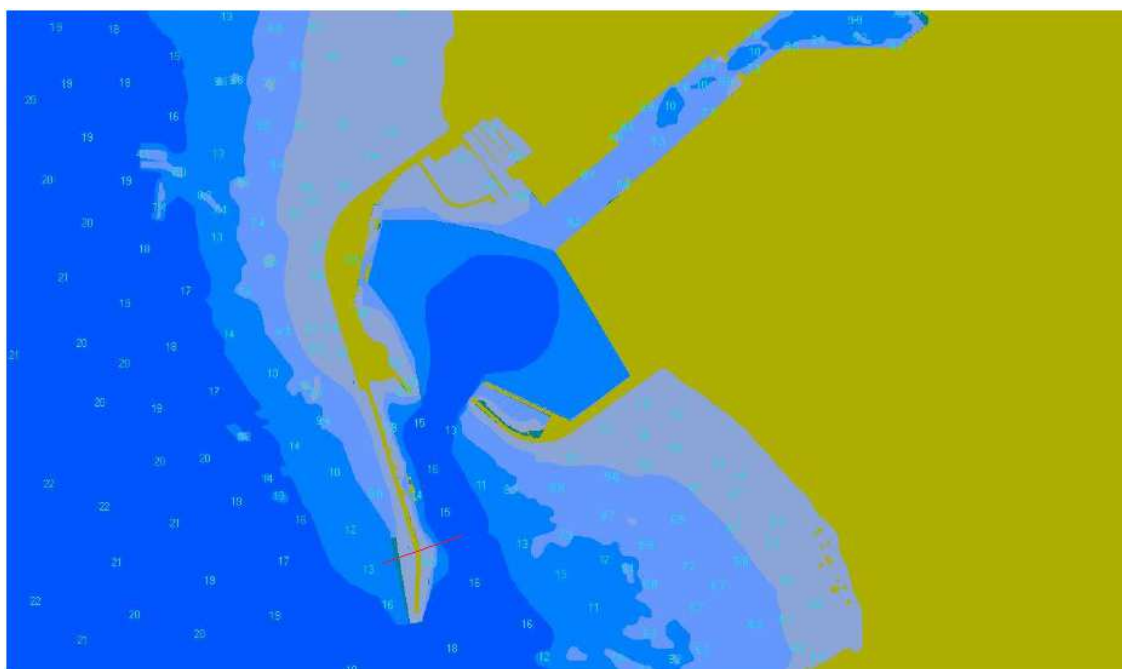


Figura 3: Configuración en planta de la alternativa 1

Tal y como se ha expuesto en el Anejo 5 correspondiente al cálculo de la agitación, esta alternativa es la segunda mejor en términos de reducción de la agitación en el puesto de Atraque A, que es el que causa problemas con la situación del puerto actual.

La inclinación de 30° permite que el impacto visual sobre la playa sea mejor ya que una persona situada en la playa no observará la longitud total del dique sino su proyección horizontal sobre la misma, que será una longitud menor.

En cuanto a la maniobrabilidad, un ángulo abierto facilitará más la entrada de los navíos que un ángulo cerrado o una prolongación con la misma dirección.

3.3.Alternativa 2. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ ABIERTO

Se plantea esta solución como complemento a la Alternativa 1, ya que una mayor extensión del dique mejorará las condiciones de agitación, ya que el Puesto de Atraque A quedará más resguardado del oleaje que proviene de las direcciones más críticas. En la Figura 4 se muestra la configuración en planta de dicha alternativa.



Figura 4: Configuración en planta de la alternativa 2

En el Anejo 5 correspondiente al cálculo de agitación se expone que esta alternativa es la mejor, aunque la mejora con respecto a la Alternativa 1 no es muy notable. Hay que tener en cuenta que el aumento de longitud que se plantea, provocará un aumento del impacto visual sobre los bañistas de la playa y aumentará el coste económico de la obra.

3.4.Alternativa 3. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.

Se plantea una solución de extensión del dique una longitud de 200 m sin variar la dirección del dique, ya que la dirección con que está diseñado se supone es la óptima para combatir el oleaje incidente. La figura 7 muestra la configuración en planta de dicha alternativa.

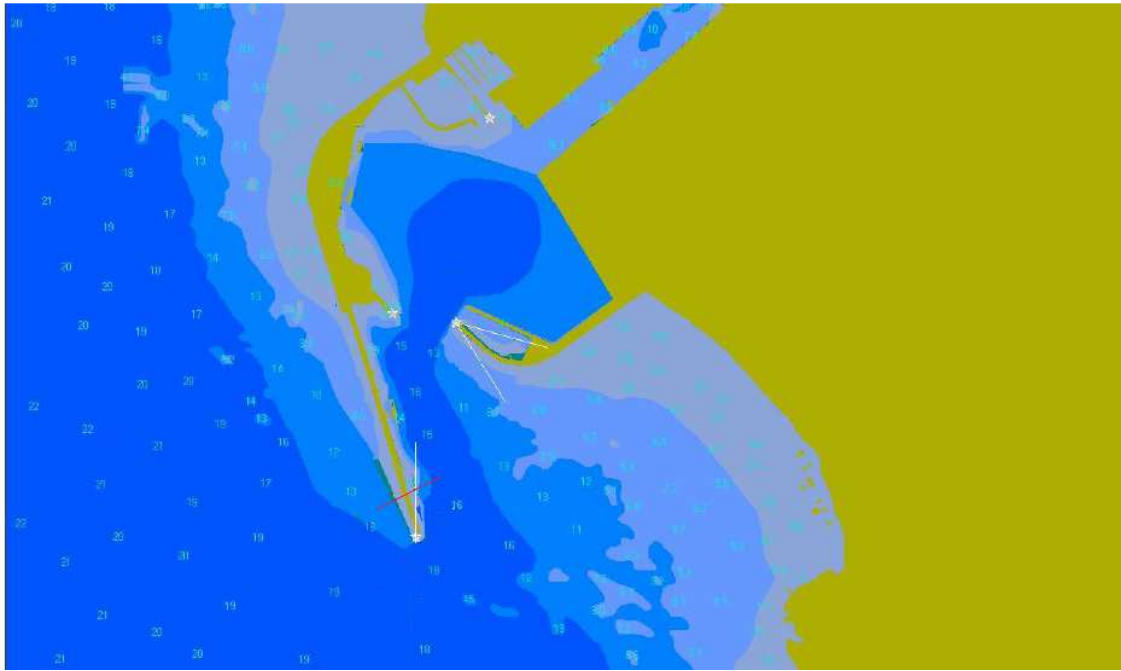


Figura 5: Configuración en planta de la alternativa 5

En términos de agitación, esta alternativa queda relegada a la última posición. Si bien la mejora es notable comparado con la situación actual, reduce mucho menos la agitación que el resto de alternativas. Además, la maniobrabilidad es más complicada con esta configuración que con un dique en ángulo abierto.

3.5.Alternativa 4. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS SIN VARIAR LA DIRECCIÓN.

Esta alternativa es un complemento a la alternativa 5, aumentando su longitud. Con ello se pretende mejorar la agitación en el Puesto de Atraque A, intentando que tenga valores que puedan competir el resto de las alternativas. La figura 8 muestra la configuración en planta de dicha alternativa.

La agitación mejora con respecto a la alternativa anterior, ya que el Puesto de Atraque A queda más resguardado frente al oleaje. Sin embargo, los valores que se obtienen siguen siendo notablemente peores que los obtenidos con las alternativas 1 o 2.

La maniobrabilidad mejora ligeramente, dado que al aumentar la longitud del canal de entrada que queda resguardado, el control del navío se hace más sencillo.

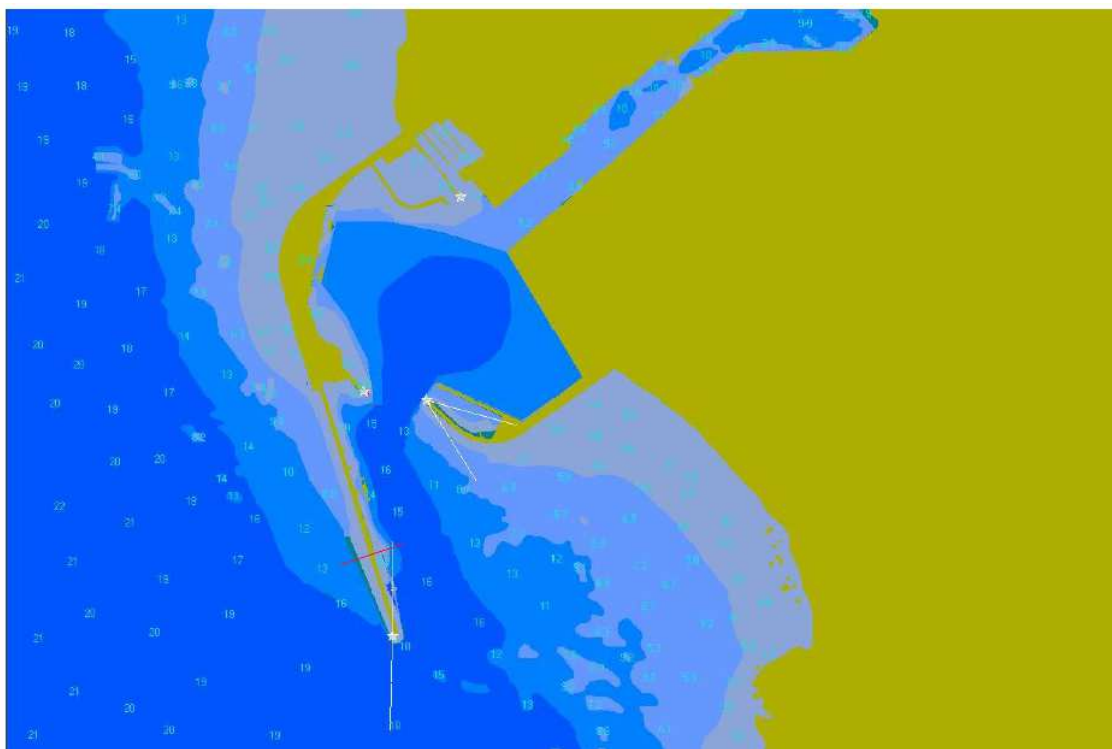


Figura 6: Configuración en planta de la alternativa 6

3.6.Alternativa 5. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS CON $\alpha=30$ CERRADO

Se plantea una solución de extensión del dique con una longitud de 200 m con un ángulo cerrado de 30 grados. Esta solución pretende mejorar la agitación del Puesto de Atraque A ya que lo resguarda del oleaje que proviene del sur, que es el que entra más directamente en el interior del puerto.

Sin embargo, tras hacer el estudio de agitación, se comprueba que esta alternativa no es la que da mejor solución al problema, sino que queda relegada al tercer puesto. Además, la maniobrabilidad se ve muy comprometida, ya que para un buque de proyecto, como el que se ha empleado en el Anejo 7 correspondiente a la maniobrabilidad, resulta prácticamente imposible entrar al puerto con seguridad.

Por esta razón la alternativa 5 queda descartada en el estudio de alternativas.

3.7.Alternativa 6. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS CON $\alpha=30$ CERRADO

Esta alternativa se plantea como complemento de la alternativa 3, aumentando la longitud de la extensión del dique para mejorar las condiciones de agitación en el Puesto de Atraque A. La figura 6 muestra la configuración en planta de dicha alternativa.

A pesar de aumentar la longitud del dique, la alternativa no mejora notablemente la agitación en el punto crítico, que es el Puesto de Atraque A. Además se agrava el problema de la maniobrabilidad, ya que el navío ha de hacer más maniobra para entrar en el interior del puerto.

Por esta razón la alternativa 6 queda descartada en el estudio de alternativas.

4. DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS EN SECCIÓN

4.1.TIPOLOGÍA DE DIQUES Y CONTRADIQUES

La sección tipo de un dique se puede describir considerando las siguientes partes:

- Cimentación: Determina la forma en que la estructura transmitirá los esfuerzos al terreno.
- Cuerpo central: Controla la transformación del flujo de energía del oleaje incidente y transmite a la cimentación la resultante de las acciones
- Superestructura: Controla el rebase sobre la coronación.

Esta división en tres partes facilita la descripción de la estructura y ayuda a establecer elementos de comparación entre tipologías. La línea que separa cada una de las partes no es precisa, pero la ordenación se realiza según la función principal que cada una de ellas desempeña.

Además, esta ordenación facilita la descripción de los elementos y subelementos. Por ejemplo, el manto principal es un elemento estructural construido, en general, con dos capas de piezas; la pieza, natural o artificial, del manto principal es un subelemento estructural del cuerpo central de un dique rompeolas.

4.1.1. Dique vertical

El dique vertical se caracteriza por tener un paramento vertical y por tener una parte central y una superestructura formadas por un único elemento estructural. También se les llama diques reflejantes ya que no se produce disipación sobre el paramento, a diferencia de los diques en talud, que disipan el oleaje. Esto dificulta mucho los cálculos, ya que es difícil prever qué oleaje actuará sobre la estructura, ya que al oleaje propagado calculado hay que añadir el oleaje reflejado que lo amplifica. Se suelen utilizar en situaciones donde el calado es muy elevado ya que reduce mucho el volumen de material utilizado y, por tanto, el coste de la obra. El principal inconveniente que presentan es que es una obra difícilmente reparable y se debe diseñar para avería total.

El cuerpo central se suele apoyar en una banqueta de cimentación de material

granular, debidamente protegida, en su caso, para que sea estable frente a las oscilaciones del mar. En zonas con grandes profundidades las dimensiones de esta banqueta pueden ser relevantes estando formada, generalmente, por un núcleo de todo uno de cantera enrasado a una profundidad tal que permita la colocación del cuerpo central (por ejemplo el fondeo del cajón), y que su estabilidad no esté afectada por las oscilaciones del mar.

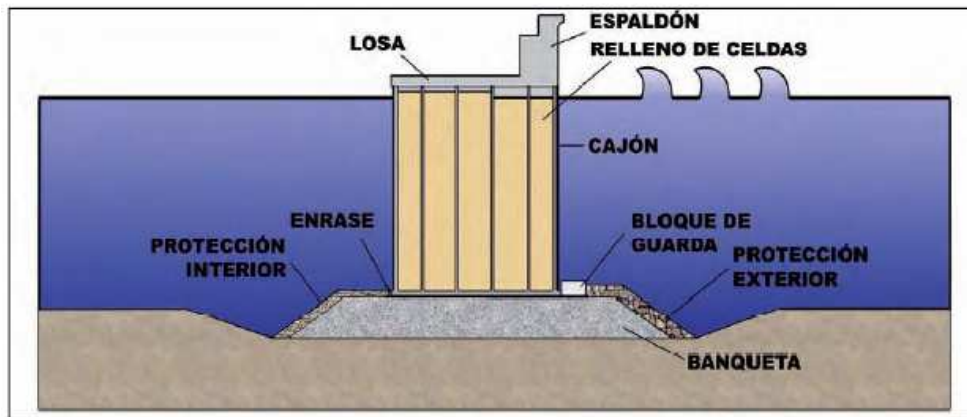


Figura 7: Disposición general de un dique vertical

En general, es razonable recurrir a este tipo de estructura para calados mayores de 18-20 m. En el presente proyecto, la profundidad de cálculo es de 17m, por tanto, podría ser una alternativa a tener en cuenta.

4.1.2. Dique en talud

Las obras en talud tienen la misión estructural de romper el oleaje sobre el talud y disipar su energía. Su diseño (cota de coronación, talud, tipo de elementos,..) depende de las acciones incidentes y del rebase máximo para mantener un comportamiento estructural y funcional admisible en las aguas abrigadas del puerto. Su principal inconveniente es que supone un volumen de material más elevado y la posibilidad de fallo durante su construcción. Como contrapartida, son de fácil reparación y reducen la incertidumbre sobre la altura de ola que afecta a la estructura, ya que reduce la reflexión del oleaje.

Los dos elementos principales que conforman el cuerpo central son el manto y el núcleo, pero es necesario colocar una transición de capas debido a la diferencia de

tamaño de grano de ambos materiales.

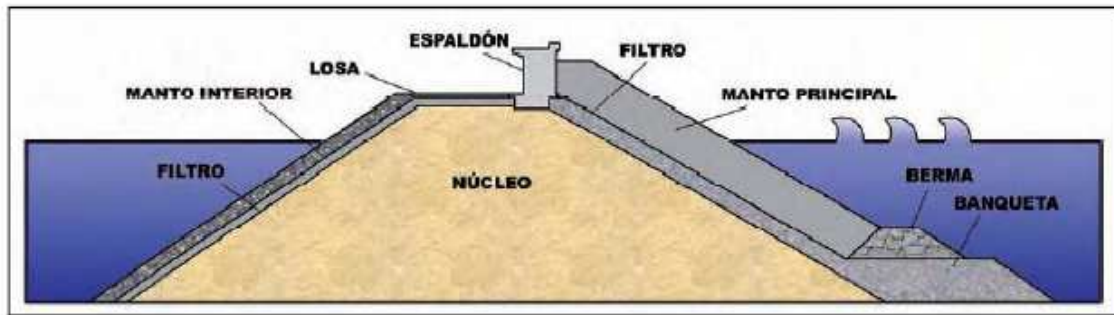


Figura 8: Disposición general de un dique en talud

El manto principal es el que resiste la acción del oleaje y puede estar formado por varios materiales. Excepto en el caso de fondo rocoso, para asegurar la estabilidad y la forma del talud es necesario construir una berma de pie que proteja adecuadamente el terreno, la cimentación y, además, proporcione apoyo a los mantos secundarios y principal. El dique en talud puede tener o no superestructura.

4.1.3. Dique mixto

Cuando un dique vertical requiere de una cimentación cuya proporción es muy notable (debido a la mala calidad del terreno) y modifica la cinemática y dinámica de las oscilaciones del mar, la tipología pasa a llamarse de dique mixto.

En este caso, el oleaje rompe sobre el propio talud, de manera que la ola llega al paramento a punto de romper e incluso puede llegar rota. Es de vital importancia entender que el comportamiento en pleamar es de reflexión, mientras que en bajamar actúa como un dique en talud disipando el oleaje.

La consideración de una estructura de este tipo se ha desestimado por los mismos motivos que el dique vertical.

4.1.4. Anticipación de la ROM 0.1

A pesar de que el Puerto de Leixões se halla en Portugal, por expresa petición del CLIENTE se considerarán los criterios que marca la recomendación española ROM 0.1, que propone que los factores a tener en cuenta para la elección del tipo de sección

sean:

- Los agentes del medio físico, del terreno, del uso y explotación, de los materiales y de los métodos y procedimientos constructivos.
- Los requisitos del uso y explotación y los condicionantes morfológicos, medioambientales, constructivos y de los materiales de mantenimiento, reparación y desmantelamiento.
- La morfodinámica litoral, la calidad de las aguas y el entorno ambiental.

Así pues, la elección pasa por cumplir una serie de requisitos de la manera más económica posible. Este preliminar normativo también hace un estudio básico comparativo de las distintas soluciones estructurales en función de diferentes aspectos:

- Agentes climáticos:

Tipología dique	Oleaje en presencia del dique	Profundidad (m)
En talud	todos	$0 \leq h_w < 35 - 45$
Verical	no rotura	$15 \leq h_w < 40 - 50$

- Comportamiento del terreno:

Tipo de suelo	Tipología
roca	todas
granulares flojos	algunas
granulares duros	todas
cohesivos blandos o rellenos de baja calidad	evitar diques verticales
rellenos homogéneos y permeables	todas

- Condicionantes morfológicos

En general, los diques verticales requieren menor volumen de materiales de préstamo cuando la obra de abrigo deba construirse en una zona de calados importantes (>25 m)

- Volumen de material y procesos constructivos:

Tipología	Vol. préstamo	Medios constructivos	Adaptabilidad a paradas constructivas
En talud Vertical	muy grande pequeño	carga, vertido; grúa importante fondeo cajón y vertido	posible difícil

- Requisitos climáticos en el uso y la explotación

Tipología	Partición de la energía
En talud Vertical	disipación y reflexión reflexión

- Tipo de conservación, reparación y desmantelamiento

Tipología	Conservación	Reparación	Interacción	Desmantelamiento
En talud Vertical	facible compleja	lenta, cara rápida, cara	alta baja	complicado, difícil sencillo

- Requisitos ambientales:

Tipología	Volumen de materiales	Interacción con el entorno	Oxigenación agua nichos ecológicos
En talud Vertical	grande pequeño	significativa significativa	alta-muchos, diversos baja-pocos

4.1.5. Conclusiones

Tras la recopilación de información acerca de las ventajas e inconvenientes de cada tipo de sección, se ha optado por un dique en talud por los motivos que se exponen a continuación

- El dique en talud disipa mejor el oleaje. Dado que el motivo del proyecto es la elevada agitación en el interior del puerto, un dique vertical que refleja totalmente el oleaje no se ha considerado apropiado para combatir este fenómeno.
- La profundidad que se tiene en la zona estudio, entre 16 y 17 metros, no es tan elevada como para plantear la necesidad de establecer un dique en talud ya

que se recomienda el uso de dique vertical a partir de los 18 o 20 metros de profundidad.

- La Autoridad Portuaria del Puerto de Leixões ha expresado su deseo de no emplear una sección en vertical ni una sección mixta. Los motivos expuestos son que significaría un cambio demasiado brusco del tipo de sección que afectarían demasiado a nivel Paisajístico.

Dado que la Autoridad Portuaria del Puerto de Leixões es la promotora de este proyecto, el objetivo será cumplir los deseos y requerimientos que transmita.

Por tanto, se ha descartado este tipo de sección estructural.

5. MATERIALES A EMPLEAR

Una vez decidido el tipo de sección que se va a emplear, en este caso dique en talud, se debe determinar qué materiales se emplearán.

La escollera natural, debido a su elevado precio, generalmente sólo es rentable para calados inferiores a 7 metros. Como el calado que se presenta en este caso es mayor, se opta por el uso de elementos de hormigón prefabricados.

5.1.SITUACIÓN ACTUAL

En la actualidad, el Puerto de Leixões tiene un manto principal constituido por elementos artificiales de tipo tetrápodo. Este tipo de elementos ha causado problemas prácticamente desde su colocación, ya que debido al fuerte impacto que genera el oleaje sobre el manto, las patas del tetrápodo se rompen perdiendo masa el elemento y perdiendo en consecuencia capacidad estabilizadora. Poco a poco con los años se ha observado el retroceso que ha sufrido el manto principal tal y como se muestra en la figura 9. El problema de la pérdida de material se solucionó con la construcción del dique sumergido, por lo que no se considera necesaria ninguna actuación adicional, pero queda comprobado el mal resultado que proporcionan los elementos en el mencionado caso de estudio.

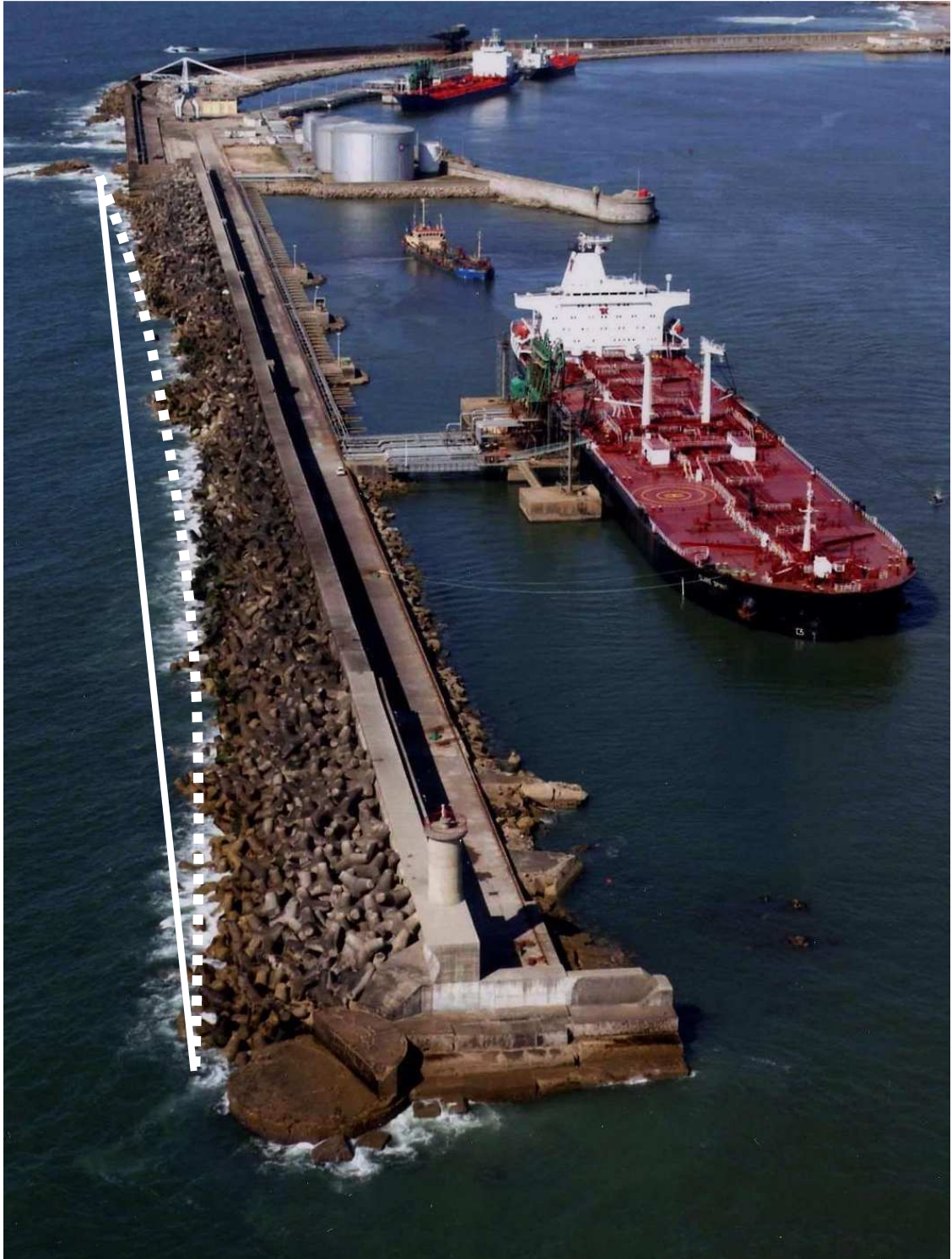


Figura 9: Pérdida de material en el dique de abrigo del puerto

En las figuras 10 y 11 se observa como la colocación del dique sumergido solucionó el problema de la pérdida de tetrápodos, ya que la reposición de elementos se convirtió en prácticamente nula.

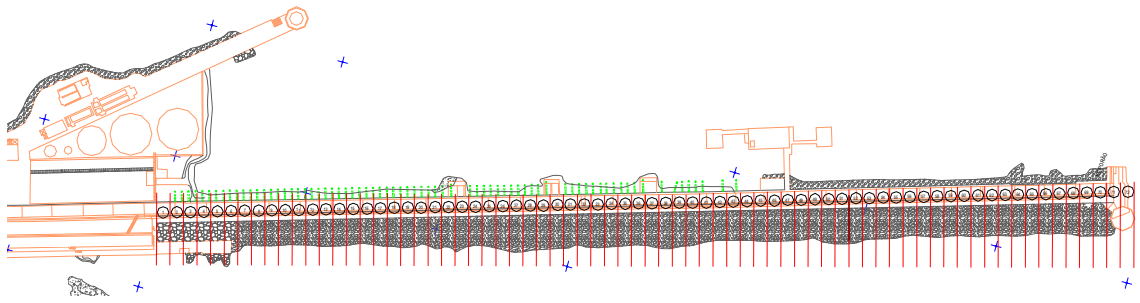


Figura 10: Esquema división en sectores de estudio del rompeolas norte

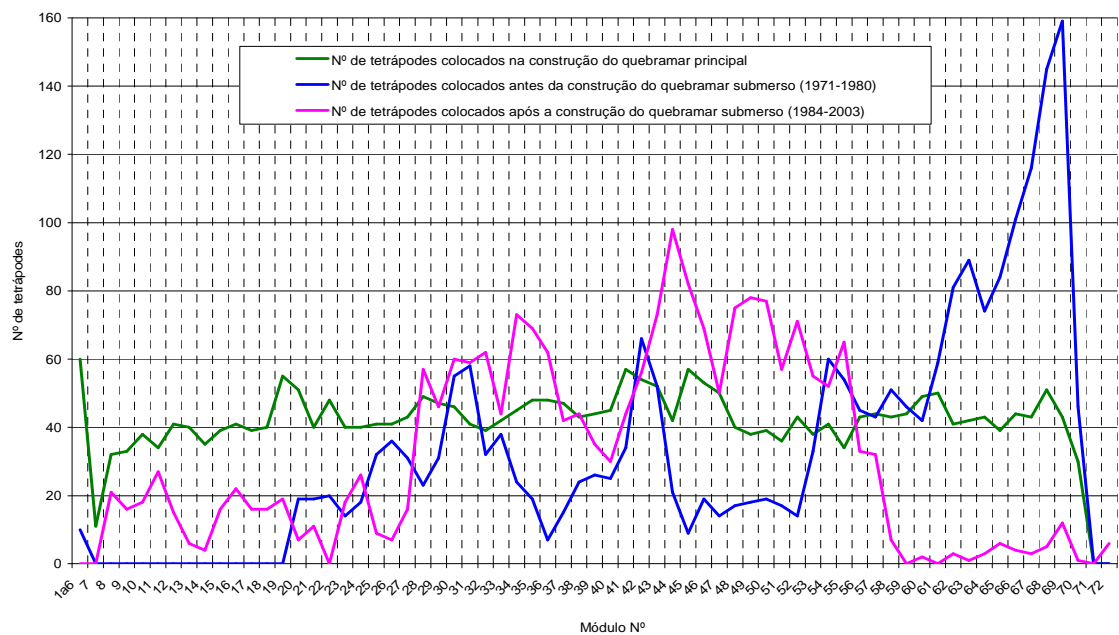


Figura 11: Variación del número de tetrápodos colocados en cada uno de los bloques

5.2.TIPOLOGÍA DE ELEMENTOS PREFABRICADOS CONSIDERADOS:

Las piezas o elementos que conforman el manto principal de un dique en talud se pueden clasificar en tres categorías:

- Piezas masivas, pesadas y voluminosas colocadas de manera aleatoria (cubos, bloques, paralepípedos, antífer,...)
- Piezas con formas esbeltas complejas que presentan trabazón y fricción entre ellas, dispuestas generalmente en malla por coordenadas (tetrápodos, dolos, acrópodos, ecópodos,...)
- Piezas perforadas colocadas en malla definida cuyo objetivo es disminuir el gradiente térmico generado por la hidratación del cemento en las unidades de

gran tamaño (diode, cubo perforado, antifer perforado,...)

Cada una de ellas presenta sus ventajas e inconvenientes, sus propiedades, su prediseño, sus recomendaciones de uso y sus diferentes realizaciones con sus éxitos y fracasos.

5.2.1. Cubo

Primera pieza de hormigón prefabricado pensada para su colocación como elemento del manto principal de diques en talud.

En las costas españolas se utilizan generalmente estos elementos cúbicos ya que presentan múltiples ventajas: son robustos, fáciles de construir, tienen un comportamiento flexible frente al oleaje, no sufren roturas importantes ni pierden estabilidad con la intensidad de los temporales. Por otro lado, son más tolerantes a los errores de diseño que se traducen en erosiones mayores pero raramente en rotura total del dique.

Sin embargo, los bloques cúbicos presentan serios inconvenientes debido a su tendencia a adoquinarse (acoplamiento cara a cara), lo que ocasiona una compactación elevada en las zonas inferiores (por debajo del nivel medio del mar) y pérdida por deslizamiento de bloques del manto en las zonas superiores. Además, el acoplamiento cara a cara puede provocar pérdidas importantes de fricción con la capa inferior y facilitar el consiguiente deslizamiento de los elementos del manto principal.

Estos problemas influyen de forma considerable en la estabilidad, el remonte y rebase del oleaje sobre la estructura, afectando el diseño y la operativa portuaria.

5.2.2. Antifer

Se trata de una pieza evolucionada del cubo y del bloque paralelepípedo de hormigón, masiva, que se caracteriza por encontrarse ranurado. Útil como bloquebicapa con taludes recomendables $\cotg \alpha = 1,33$ y $1,50$ (en algunos puertos incluso $\cotg \alpha = 2$) y cuyo coeficiente de porosidad es de $0,44$ (llegándose a $0,49$ con bloques muy grandes en peso y como máximo de 90 tn).

5.2.3. Tetrápodos

Consiste en un cuerpo central del cual emergen cuatro patas troncocónicas formando ángulos de 120 ° entre sí. Estas unidades se instalan en varias capas superpuestas y hacen uso tanto de su peso como de las condiciones que brinda su forma original para trabarse o engranarse entre ellas por sus patas.

Debido a los malos resultados obtenidos con este tipo de elemento en la zona de estudio, se desestima el uso de tetrápodos en el presente proyecto.

5.2.4. Dolos

Tiene la forma de una H mayúscula a la que se le ha girado 90° una de sus dos patas. El cuerpo está formado por un prisma de sección octogonal; las patas también son de sección transversal octogonal, pero ahusadas desde su unión con el cuerpo hacia sus extremos. Son piezas de hormigón no reforzado que se construyen con la ayuda de un molde de acero. Muchas veces se refuerza el hormigón con fibras de acero para dar más resistencia frente a la ausencia de barras de acero. Su peso es superior a las 20 toneladas y es por ese motivo por el que se recomienda que su fabricación sea cercana al punto de colocación.

Su diseño provoca que sea más difícil de dislocar que una pieza con peso similar y lados lisos.

6. ANÁLISIS MULTICRITERIO

6.1.CRITERIOS UTILIZADOS PARA LA VALORACIÓN

Una vez que se han establecido los métodos de análisis multicriterio que serán utilizados es importante pasar a describir los criterios que serán utilizados en el análisis de alternativas. Así pues, los criterios que se han establecido para valorar las distintas alternativas y realizar un análisis multicriterio son las siguientes:

- Funcionalidad.
- Coste de inversión.
- Maniobrabilidad y accesibilidad.
- Impacto visual.

- Impacto sobre la playa.

A continuación se detallan uno a uno estos criterios.

6.1.1. Funcionalidad

El primer criterio utilizado para valorar las distintas alternativas es el de la funcionalidad. Se trata de uno de los criterios más importantes ya que el punto de partida de la redacción de este proyecto es la resolución de los problemas de agitación existentes. Por tanto, solucionar los problemas de agitación está directamente relacionado con la funcionalidad del puerto. Su importancia es debida a:

- Si se resuelven los problemas de agitación, la operatividad del puesto de atraque A será mayor, con el beneficio económico que eso aporta al Puerto de Leixões.

La tabla 1, extraída del *Anejo 05: Agitación*, muestra los valores de agitación que se alcanzan en el Atraque A para cada alternativa considerada.

	H_{p3}					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
SSO	0.419155	0.394107	1.149	0.59145	0.514752	0.514752
SO	0.350584	0.322907	0.86832	0.395839	0.477576	0.455868
OSO	0.465375	0.468753	1.01352	0.684815	0.810816	0.67568
O	0.475771	0.500812	1.05941	0.734629	0.77048	0.693432
ONO	0.507733	0.494372	1.13058	0.836647	0.82224	0.740016
NO	0.299858	0.31564	0.7891	0.448329	0.505024	0.568152
NNO	0.054503	0.049176	0.14343	0.011756	0.073764	0.08196

Tabla 1: Valores de agitación en el Atraque A para cada alternativa

Tal y como se puede observar, es la alternativa 2 la que genera unos valores menores de agitación para cualquier dirección de oleaje.

6.1.2. Coste de inversión

El segundo criterio utilizado para valorar las distintas alternativas es el del coste de la inversión, que se trata de otro de los criterios más importantes. Para calcular el coste de inversión de cada alternativa, se ha realizado un cálculo aproximado del coste de construcción de las estructuras marítimas que conforman las distintas alternativas, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Construcción y colocación de los bloques cúbicos de hormigón
- Construcción del núcleo y mantos secundarios del dique en talud.

En las seis alternativas que se presentan, se juega con la dirección que tomará la extensión del dique y su longitud. El único factor que influye en el coste total de la obra es la longitud del dique, por tanto, las alternativas 1 y 3 tendrán el mismo coste, así como las alternativas 2 y 6.

El precio estimado por metro lineal de dique se establece en 90.000€. Por tanto, los costes de las diferentes alternativas serán:

Alternativa 1, Alternativa 3: **18 millones de euros**

Alternativa 2, Alternativa 4: **27 millones de euros**

Estos costes son aproximados y únicamente se utilizan para comparar entre alternativas. Se ha definido una serie de profundidades y en cada una de ellas se ha definido una sección tipo. Para cada una de estas secciones se ha calculado el coste del metro lineal. Una vez conocidos estos precios, se ha calculado el coste total de cada alternativa.

Los precios que se han utilizado para el estudio provienen del proyecto de ampliación del puerto de Gijón, en el que el tamaño de los bloques de hormigón, las profundidades de la obra y la pendiente del dique eran de características similares.

6.1.3. Accesibilidad y maniobrabilidad

El tercer criterio utilizado para valorar las distintas alternativas es el de la accesibilidad y maniobrabilidad de las embarcaciones. Se trata de otro de los criterios más importantes ya que cualquier actuación que reduzca la accesibilidad que existe actualmente tiene un impacto negativo importante, puesto que la presente ya es bastante reducida. Por tanto, diseñar una estructura que interfiera en la menor medida posible a la navegabilidad y acceso de las embarcaciones está relacionado con la operatividad del puerto.

La clasificación de más favorable a menos favorable en cuanto a maniobrabilidad de

las Alternativas consideradas se extrae del *Anejo 08: Estudio de Maniobrabilidad* y se describe a continuación:

- Alternativa 2
- Alternativa 3
- Alternativa 1
- Alternativa 4

En este caso, la alternativa más favorable es la Alternativa 2.

6.1.4. Impacto Visual

Un cuarto criterio utilizado para valorar las distintas alternativas es el del impacto visual que crean las obras proyectadas. Se trata de un criterio menos importante que los tres anteriores, pero aún así, es un criterio a tener en cuenta.

Una actuación que cree menor impacto visual será mejor recibida por la sociedad y más teniendo en cuenta el entorno socioeconómico del Puerto de Leixões.

Entre las seis alternativas contempladas, existen dos factores que influyen en el impacto visual: la dirección y la longitud de la extensión del dique.

Las alternativas que proponen una extensión con un ángulo respecto a la configuración inicial (es indiferente si es abierto o cerrado) proporcionan un menor impacto visual puesto que el observador desde la playa sólo percibe la longitud de la proyección del dique y no su longitud total. Para el caso particular, la diferencia entre el impacto de la estructura orientada un cierto grado y la estructura con la misma dirección es muy pequeña, de apenas 23m. Por tanto, se puede considerar que para una misma longitud de dique, independientemente de la dirección, el impacto visual será el mismo.

Tomada esta consideración, se pueden dividir las alternativas en dos grupos:

- Mayor impacto visual: Alternativa 2 y 4.
- Menor impacto visual: Alternativa 1 y 3.

Cabe recordar que para todas las alternativas la cota de coronación es la misma y, por tanto, no es un factor a comparar.

6.1.5. Impacto sobre la playa

Tal y como se ha comentado, el impacto que tendrá el dique sobre el oleaje en la playa de Matosinhos puede influenciar negativamente en la economía del entorno, ya

que en la zona existen muchos negocios derivados del Surf. Por tanto, la proporción de playa en la que se reduce la altura de ola es un factor a tener en cuenta.

Por ese motivo, se considerará que las alternativas 1 y 3 tienen menos impacto sobre la playa que las alternativas 2 y 4.

6.2.RESULTADOS DEL ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

La Alternativa 2 es la alternativa que presenta mejores resultados para todos los factores que se ha analizado. Es la alternativa que reduce más la agitación y la que permite mayor maniobrabilidad, los dos factores más importantes para el correcto funcionamiento del Atraque A. A pesar de ser un 30 % más cara que la Alternativa 1, se ha considerado como prioritaria la reducción de la agitación en el puerto ya que las pérdidas que su inutilización conlleva son millonarias.

Como se ha podido comprobar el impacto visual no es muy diferente entre alternativas, así que se ha considerado poco significativo.

Por tanto, se considera que bajo el punto de vista Socioeconómico, Paisajístico y Operativo del Puerto, la Alternativa 2 es la más idónea ya que es la más beneficiosa para la operatividad del Atraque A del Terminal de Petroleros.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 08

CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

ÍNDICE

1.	DISEÑO DE LA SECCIÓN DE UN DIQUE EN TALUD	1
1.1.	INTRODUCCIÓN	1
1.2.	DISEÑO DEL MANO PRINCIPAL.....	2
1.2.1.	Sección tronco	2
1.2.2.	Sección Morro.....	6
1.3.	CONDICIONES DE FILTRO	7
1.4.	NÚCLEO	10
1.5.	PIE DE TALUD.....	10
1.6.	REMONTE DEL OLEAJE	12
1.7.	VERIFICACIÓN DEL ESPALDÓN	14
2.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	18
3.	FALLO DE UN DIQUE EN TALUD	22
3.1.	FALTA DE ESTABILIDAD HIDRODINÁMICA	22
3.2.	CRITERIOS DE AVERÍA.....	23

1. DISEÑO DE LA SECCIÓN DE UN DIQUE EN TALUD

1.1.INTRODUCCIÓN

Los diques en talud proporcionan protección en la zona de aguas cubiertas debido a su función rompeolas. Esto se logra disponiendo una sección inclinada que desestabilice el movimiento orbital ondulatorio y que sea lo bastante resistente como para soportar el impacto de la rotura del oleaje. El talud se definirá en función del tipo de acciones a resistir, magnitud de la altura de ola, y del rebase máximo que permita el tipo de obra a proyectar.

A continuación, en la figura 1, se muestran las diferentes capas y elementos esenciales que forman una sección en talud convencional.

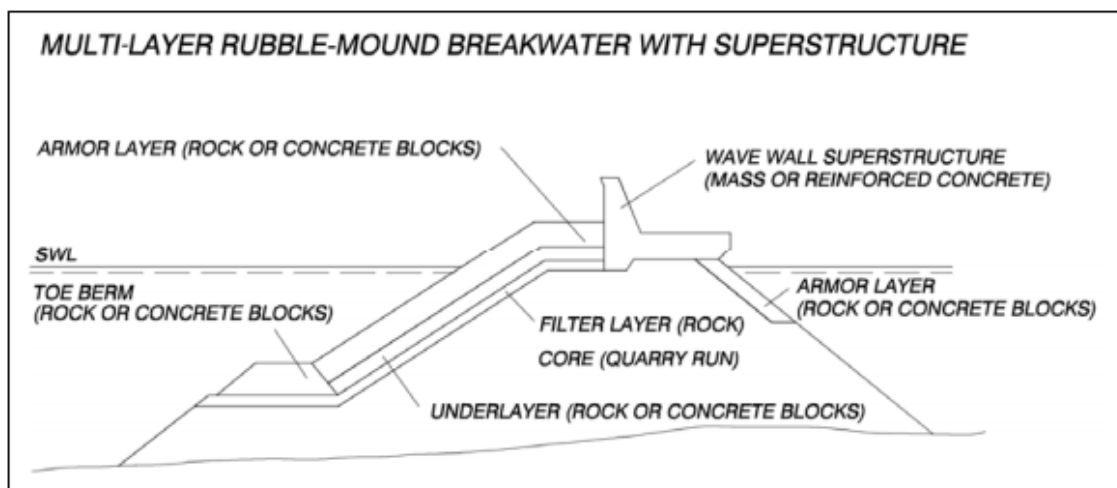


Figura 1: Sección tipo dique talud convencional (Coastal Engineering Manual)

Para el cálculo de esta tipo de obra, se deberá comprobar la estabilidad de cada uno de los elementos de las secciones del dique y posteriormente se realizará el cálculo hidráulico que determinará la cota de coronación del mismo ya que tiene en cuenta los procesos de interacción entre la estructura y el oleaje.

1.2.DISEÑO DEL MANO PRINCIPAL

1.2.1. Sección tronco

Existen tres formulaciones para calcular la estabilidad de un elemento del manto principal de un dique vertical. Determinan el peso que deben tener los elementos para resistir las acciones del oleaje y asegurar la estabilidad. Cada una de ellas tiene sus ventajas y sus inconvenientes y es por eso que se debe discutir cuál de estas metodologías es la más adecuada para el caso que queremos estudiar. A continuación se muestra una breve descripción de cada método y finalmente se valora cuál es el que se decide emplear.

Iribarren:

Considera el equilibrio de fuerzas que actúan en un elemento situado sobre un talud. Por tanto, el peso de cada elemento (W) es introducido como una fuerza que se expresa en N.

Las diferentes fuerzas que actúan sobre un elemento situado en una pendiente con ángulo α son:

- Peso del elemento (W)
- Flotabilidad del elemento (B)
- Fuerza ejercida por el oleaje (F_{wave})
- Fuerza de rozamiento ($\mu(W-B)\cos \alpha$)

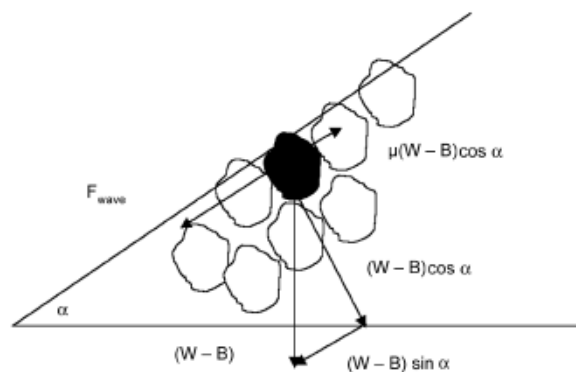


Figura 2: Equilibrio Iribarren (Breakwaters and Closure Dams)

Los parámetros del problema y sus correspondientes unidades son:

W = Peso del elemento [N]

B = Flotación del elemento [N]

$W-B$ = Peso sumergido del elemento [N]

V = Volumen del elemento [m^3]

α = Ángulo del talud [-]

μ = coeficiente de rozamiento [-]

ρ_e = densidad del elemento [kg/m^3]

ρ_a = Densidad del agua de mar [kg/m^3]

$\Delta = (\rho_e - \rho_a) / \rho_a$ [-]

H = Altura de ola [m]

D_n = Medida característica del elemento [m]

F_{wave} = Fuerza del oleaje [N]

g = acceleration of gravity [m/s^2]

Se establecen las relaciones:

$$F_{wave} = \rho_a g D_n^3$$

$$W - B = (\rho_e - \rho_a) g D_n^3$$

$$W = \rho_e g D_n^3$$

Considerando el equilibrio para downrush a lo largo del talud, se establece la relación:

$$W \geq \frac{N \rho_r g H^2}{\Delta^3 (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)^3}$$

En cambio, para uprush se establece:

$$W \geq \frac{N \rho_r g H^2}{\Delta^3 (\mu \cos \alpha + \sin \alpha)^3}$$

N es un coeficiente que depende de la forma del elemento utilizado. Tanto N como μ son parámetros que se obtienen de tablas.

El inconveniente que tiene este tipo de formulación es que parámetros que no son del todo certeros, como altura de ola, densidades y fricción, están elevadas a un exponente y por tanto, su influencia en el peso del elemento es muy elevada. Por tanto, es una fórmula que se basa en parámetros tomados de forma experimental con mayor probabilidad de ser erróneos.

Hudson:

Hudson propuso una formulación tras haber realizado una completa serie de ensayos en laboratorio.

$$W \geq \frac{\rho_e g H^3}{\Delta^3 K_D \cot \alpha}$$

Los valores de K_D están tabulados y tienden a ofrecer un valor muy conservador del peso del elemento. El motivo por el que se suele emplear esta formulación es la simplicidad pero se debe tener siempre en cuenta que sólo funciona para pendientes mayores a 1:1 y menores a 1:4 (por la existencia de la cotangente) y que proporciona soluciones sobredimensionadas de la estructura.

Van der Meer:

La formulación de Van der Meer fue la primera que estuvo basada en oleaje irregular. Además, utiliza una cuantificable y medible definición de daño que no se había introducido hasta el momento y que tiene en cuenta la erosión del manto en función del tamaño y naturaleza de los elementos.

Otras diferencias son que la estabilidad se expresa en términos de $\frac{H_s}{\Delta D_{n50}}$ y que se asume que el efecto del periodo del oleaje está relacionado con la forma e intensidad de las olas en rotura.

Van der Meer diferencia la formulación entre escollera natural y bloques de hormigón. Como en el presente proyecto se propone un manto principal con bloques de hormigón, se especifica el planteamiento de Van der Meer para dicho caso.

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = \left(6.7 \frac{N_{od}^{0,40}}{N^{0,3}} + 1,00 \right) s_{om}^{-0,10}$$

Donde,

H_s : Altura de ola significativa de cálculo a pie de estructura

$\Delta = \frac{\rho_e}{\rho_a} - 1$. Siendo ρ_e la densidad del bloque y ρ_a la densidad del agua.

D_n : Diámetro nominal, lado del cubo.

N_{od} : Número de unidades desplazadas.

N : Número de olas activas.

$$S_{om} = \frac{H_s}{4.56 T_m^2}$$

Block Type	Slope	Relevant N-value	Start of Damage	Initial Damage (needs no repair)	Intermediate Damage (needs repair)	Failure (core exposed)
Cube	1:1.5	N_{od}	0	0 – 0.5	0.5 – 1.5	> 2
Tetrapod < 25 ton	1:1.5	N_{od}	0	0 – 0.5	0.5 – 1.5	> 2
Tetrapod > 25 ton	1:1.5	N_{omov}	0	0 – 0.5	0.5 – 1.5	> 2
Dolos < 20 ton	1:1.5	N_{od}	0	0 – 0.5	0.5 – 1.5	> 2
Dolos > 20 ton	1:1.5	N_{omov}	0	0 – 0.5	0.5 – 1.5	> 2
Accropode®	1:1.33		0			> 0.5

Figure 1: Valor de Nod y Nomov en función de nivel de daño

Para el cálculo del peso de los cubos de hormigón que se dispondrán sobre el manto principal, se ha aplicado la Fórmula de Van der Meer.

Los valores utilizados se describen a continuación:

$$\frac{H_s}{\Delta D_n} = \left(6.7 \frac{N_{od}^{0.40}}{N^{0.3}} + 1.00 \right) S_{om}^{-0.10}$$

Donde:

$$\rho_e = 2.3 \text{ Tn/m}^3$$

$$\rho_a = 1.025 \text{ Tn/m}^3$$

$$N = 1370$$

$$H_s = 0.55 \cdot h = 9.4 \text{ m}$$

$$T_m = 1.25 \cdot H_s = 15.77 \text{ s}$$

$$N_{od} = 0.25$$

$$S_{om} = 0.024$$

Finalmente, se obtiene un coeficiente de estabilidad de 2.09, con lo que el lado del cubo de hormigón debe ser de 3.62 metros y su peso de 108.7 Tn.

El espesor de la capa de manto principal se calcula mediante la expresión:

$$e = n \cdot \sqrt[3]{\frac{W_{\text{elementos}}}{\rho_{\text{hormigón}}}} = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{108.7 \text{ Tn}}{2.3 \text{ Tn/m}^3}} = 7.22 \text{ m}$$

Donde n es el número de elementos por capa, que por razones económicas se considera n=2.

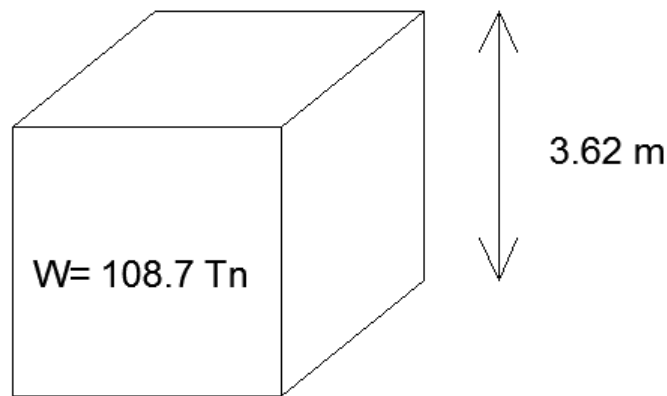


Figura 3: Esquema de dimensiones del elemento del manto principal.

1.2.2. Sección Morro

La sección en el morro de la estructura debe ser analizada de forma distinta ya que las acciones a las que está sometida varían con respecto a la sección tipo del dique rompeolas. Este punto singular además de estar sometido a refracción, reflexión y rotura del oleaje, está sometido a la multidireccionalidad del mismo. Además, la vulnerabilidad aumenta debido a la curvatura en planta de la geometría, que hace que los bloques no tengan tanta superficie de contacto entre ellos y, por tanto, haya mayor inestabilidad.

Se puede reforzar el morro de la estructura de diversas formas:

- Utilizando elementos mayores
- Aumentando la densidad de los elementos
- Reduciendo la pendiente

Se debe estudiar con detalle cuál de estas opciones se llevará a cabo, ya que por

ejemplo, aumentar el tamaño de los bloques puede complicar la puesta en obra y aumentar el talud puede conllevar problemas de navegabilidad.

En este caso, se ha optado por aumentar el peso de los elementos mediante la siguiente relación:

$$W_{morro} = K \cdot W_{tronco}$$

Se empleará un coeficiente $K=1,5$ por tratarse de bloques de hormigón.

Por tanto, con los datos de los elementos del manto del tronco, se obtiene un cubo de 4.14 metros de lado y con un peso de 163.02 Tn.

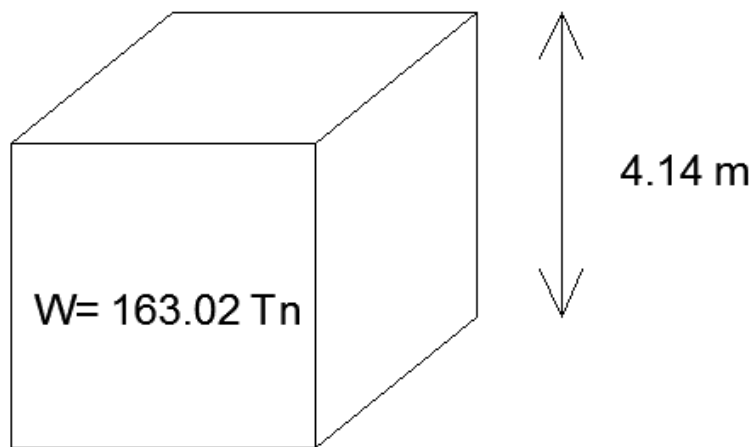


Figura 4: Esquema de dimensiones del elemento del morro.

1.3.CONDICIONES DE FILTRO

Es necesario disponer siempre de un filtro entre el manto principal y el núcleo debido a la enorme diferencia de tamaño de los elementos de los que están formadas cada una de estas capas. Si no se colocase un filtro, las subpresiones generadas por la rotura del oleaje, arrastrarían las partículas finas del núcleo que se colarían entre los grandes huecos del manto principal, perdiéndose con los años mucho volumen de núcleo que desestabilizaría la estructura.

Por tanto, es necesario definir una capa de filtro cuyo material deberá cumplir con unas condiciones de granulometría para cumplir su función y se establecen una serie de criterios que se deben cumplir:

- Criterio de retención de finos del manto inferior: Para evitar pérdida de material del núcleo.

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{85}(\text{base})} < (4 \text{ a } 5) \rightarrow \frac{W_{50}(\text{filtro})}{W_{50}(\text{base})} < (15 \text{ a } 20)$$

- Criterio de permeabilidad: Debe ser gradual

$$\frac{D_{15}(\text{filtro})}{D_{15}(\text{base})} < (4 \text{ a } 5)$$

- Criterio de estabilidad interna: Si el propio filtro presenta una mala gradación se producirán pérdidas que pueden comprometer su estabilidad.

$$\frac{D_{60}(\text{filtro})}{D_{10}(\text{base})} < 10$$

Para disponer un filtro que cumpliera con las características necesarias, ha sido necesario disponer dos capas de material escollera, para que los finos del todo en uno no escapen entre los bloques de hormigón.

Se ha utilizado la siguiente relación de pesos:

$$\boxed{\frac{W_{\text{manto}}}{15} < W_{\text{filtro}} < \frac{W_{\text{manto}}}{5}} \Rightarrow \begin{aligned} W_{\text{filtro1}} &\approx \frac{W_{\text{manto}}}{10} \\ W_{\text{filtro2}} &\approx \frac{W_{\text{filtro1}}}{10} \end{aligned}$$

Primera capa de filtro para la sección tronco:

$$W_{\text{filtro1}} = \frac{108 \text{ Tn}}{15} = 7.2 \text{ Tn}$$

$$e = n \cdot \sqrt[3]{\frac{W_{\text{filtro1}}}{\rho_{\text{escollera}}}} = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{7.2 \text{ Tn}}{2.75 \text{ Tn/m}^3}} = 2.75 \text{ m}$$

Segunda capa de filtro:

$$W_{filtro\ 2} = \frac{7.2\ Tn}{15} = 0.48\ Tn = 480\ kg$$

$$e = n \cdot \sqrt[3]{\frac{W_{filtro\ 1}}{\rho_{escollera}}} = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{0.48\ Tn}{2.75\ Tn/m^3}} = 1.11\ m$$

La disposición de las capas que conforman el filtro de la sección se representan en la figura 7.

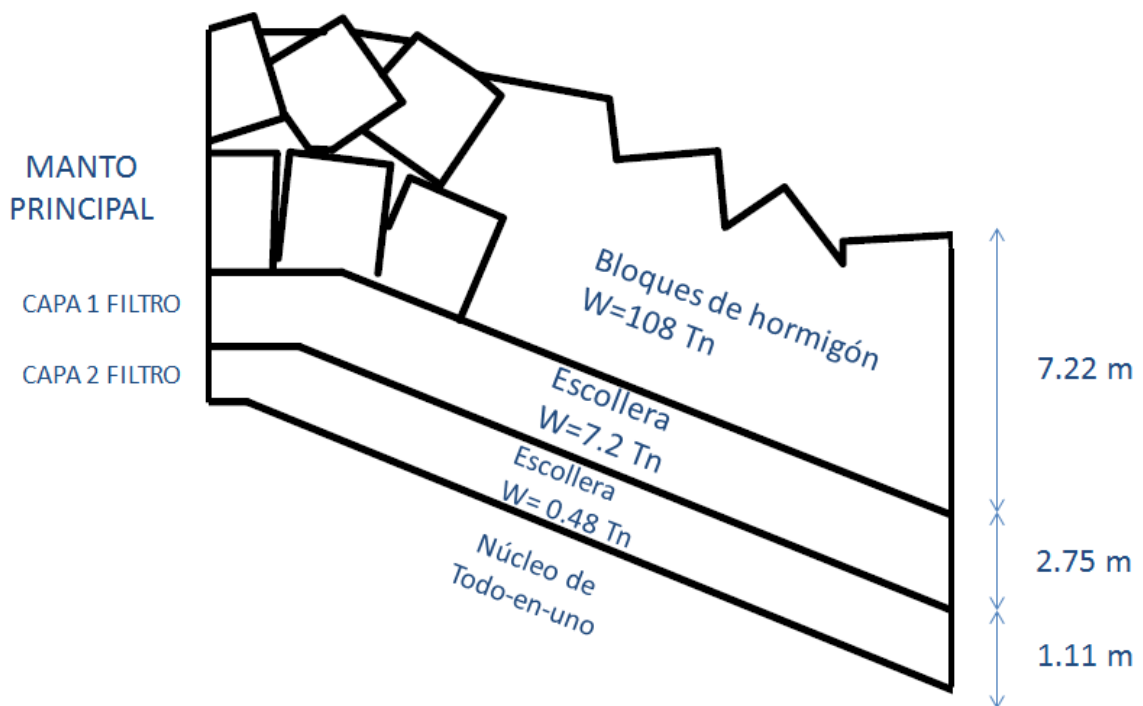


Figura 5: Disposición de las capas con sus pesos y espesores.

Primera capa de filtro para la sección morro:

$$W_{filtro\ 1} = \frac{163\ Tn}{15} = 11\ Tn$$

$$e = n \cdot \sqrt[3]{\frac{W_{filtro\ 1}}{\rho_{escollera}}} = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{11\ Tn}{2.75\ Tn/m^3}} = 3.17\ m$$

Segunda capa de filtro de la sección del morro:

$$W_{filtro\ 2} = \frac{11\ Tn}{15} = 0.7\ Tn = 70\ kg$$

$$e = n \cdot \sqrt[3]{\frac{W_{filtro\ 1}}{\rho_{escollera}}} = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{0.7Tn}{2.75\ Tn/m^3}} = 1.27\ m$$

La disposición de las capas que conforman el filtro de la sección se representan en la figura 8.

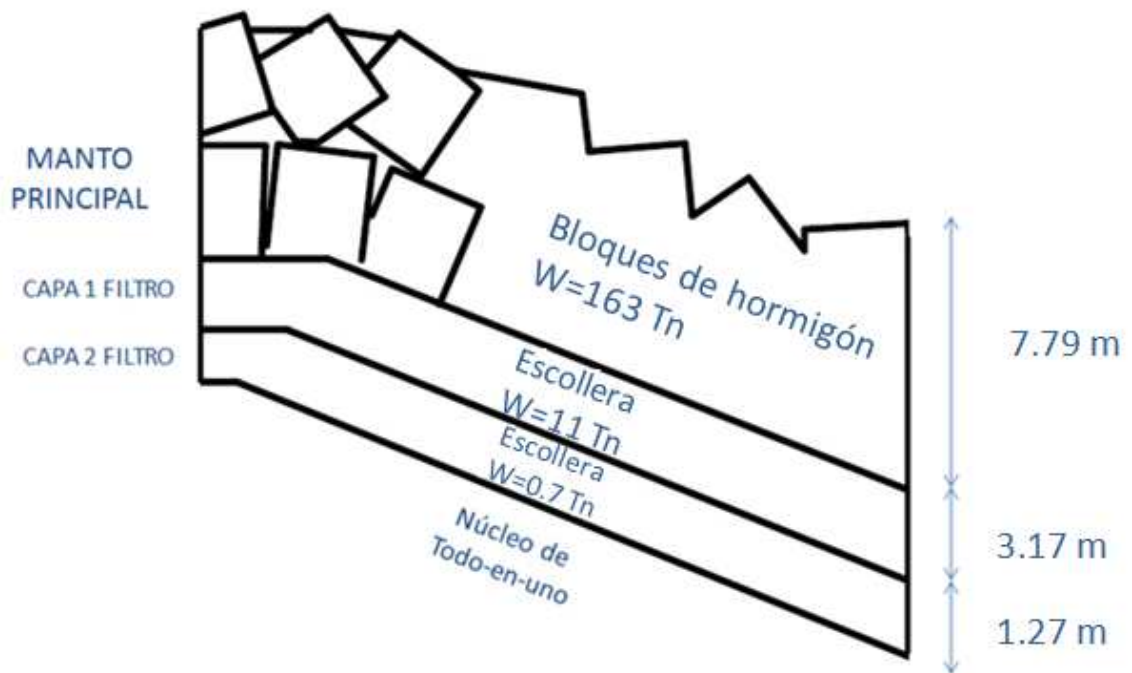


Figura 6: Disposición de las capas con sus pesos y espesores.

1.4.NÚCLEO

El núcleo de la sección proyectada está constituido por material Todo en Uno (natural o artificial) con gradación que va desde los 0.01KN hasta los 10KN.

1.5.PIE DE TALUD

El contacto directo entre los grandes bloques de hormigón y la fina arena del fondo marino es causa de múltiples averías ya que se produce socavación y erosión en el fondo provocando problemas de inestabilidad. Es por eso, que se recomienda la

colocación de un pie de talud que proteja el manto principal.

Van der Meer (1995) formuló una expresión basándose en los criterios de Gerding (1993) que propone:

$$N_s = \frac{H_s}{\Delta D_{n50}} = \left(0,24 \frac{h_b}{D_{n50}} + 1,6 \right) N_{od}^{0,15}$$

Donde,

H_s : Altura de ola significativa de cálculo a pie de estructura.

$\Delta = \frac{\rho_e}{\rho_a} - 1$. Siendo ρ_e la densidad del bloque y ρ_a la densidad del agua.

D_{n50} : diámetro nominal de la escollera.

h_b : Profundidad en la coronación de la berma.

N_{od} : Número de unidades desplazadas dentro del manto dentro de un ancho de banda D_{n50} . Sus valores posibles son:

0,5	Sin daño
2	Daño aceptable
4	Daño apreciable. (No se acepta en el diseño)

Los límites de validez de la expresión se sitúan en:

Situaciones de oleaje irregular con acciones rotas, no rotas o en rompiente.

- $0.4 < \frac{h_b}{H_s} < 0.9$
- $0.28 < \frac{H_s}{h} < 0.8$
- $3.00 < \frac{h_b}{D_{n50}} < 25$

En este caso, se aplicará la propuesta de Van der Meer que propone para un pie de talud standard una altura de 2 a 3 D_n y una anchura de entre 3 y 5 D_n .

Se ha aplicado la ecuación de Van der Meer para pie de talud con los valores descritos a continuación:

$$\rho_{hormigón} = 2.3 \text{ Tn/m}^3$$

$$\rho_a = 1.025 \text{ Tn/m}^3$$

$$H_s = 0.55 \cdot h = 9.4 \text{ m}$$

$$T_m = 1.25 \cdot H_s = 15.77 \text{ s}$$

$$N_{od} = 0.5$$

$$S_{om} = 0.024$$

$$H_b = 0.78 \cdot 10.62 = 7.97 \text{ m}$$

Finalmente, el valor que se obtiene para el diámetro nominal de los cubos de hormigón que se colocará a pie de talud tiene como valor $D_{n_{50}} = 2.6 \text{ m}$ y cuyo peso es de 30.08 Tn.

La geometría del pie de talud se dispondrá también de la forma que Van der Meer recomienda, siendo el ancho del pie de unas dimensiones de entre 3-5 veces el $D_{n_{50}}$ del elemento y el alto del pie de 2-3 veces el $D_{n_{50}}$ del elemento.

La geometría queda tal y como se esquematiza en la figura 7

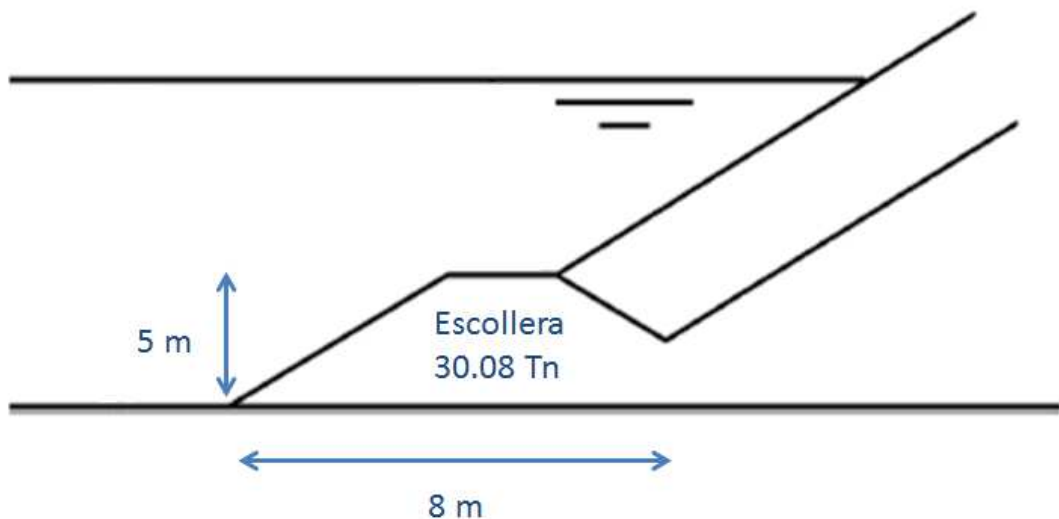


Figura 7: Esquema de dimensiones del pie de talud de la estructura

1.6.REMONTE DEL OLEAJE

El remonte del oleaje es el fenómeno en el que una ola incidente progresa a lo largo del talud alcanzando un valor que puede ser mayor al de la cresta original de la ola. La distancia vertical que se alcanza entre el nivel del mar en reposo y el punto más alto alcanzado por la ola se llama run-up, que en la figura 8 se representa mediante la letra Z.

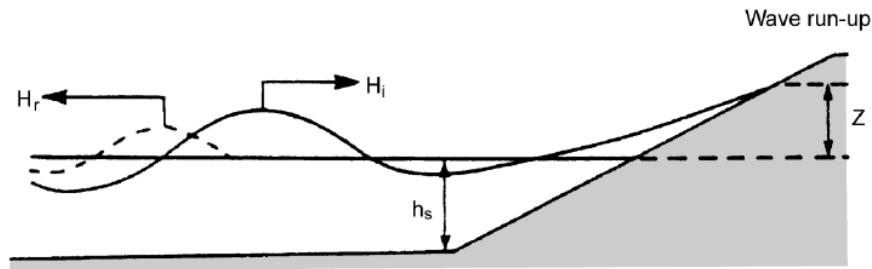


Figura 8: Definición de remonte del oleaje o run-up (Breakwaters and Closure Dams)

El remonte del oleaje será uno de los factores que determinarán la cota de coronación de la estructura, ya que en el Puerto de Leixões se pretende proyectar un dique rompeolas no rebasable.

No existe una formulación única para calcular el rebase ya que depende de múltiples factores como el talud, rugosidad, porosidad de la estructura, altura de ola incidente, dirección y ancho espectral del oleaje.

Losada-Giménez Curto propone un método clásico basado en una función que depende de productos adimensionales y de peralte y ángulo del talud de ascenso o descenso. Este método fue obtenido mediante ensayos experimentales.

$$\frac{R_u}{H_s} = A_u(1 - \exp(B_u I_r))$$

R_u : Remonte del oleaje.

H_s : Altura característica del oleaje.

A_u : Coeficiente predictivo de ensayo para el remonte.

B_u : Coeficiente predictivo de ensayo para el remonte

I_r : Número de Iribarren. $I_r = \frac{tg \alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{L_p}}}$

L_p : Longitud de onda del oleaje.

α : Ángulo del talud.

En el caso de cubos de hormigón, los valores tabulados de A_u y B_u son 1,15 y -0,665 respectivamente, y por tanto la ecuación queda de la siguiente manera:

$$\frac{R_u}{H_s} = 1,15 (1 - \exp(-0,665 \cdot I_r))$$

El valor del remonte del oleaje obtenido es de 11.2 m. La estructura que se proyecta debe tener cota de coronación de +15m sobre el nivel del mar, ya que es la cota de coronación que tiene el dique actual y por cuestiones estéticas, a Autoridad del Puerto de Leixões no quería que se modificase.

Por tanto, como la cota de coronación es mayor que el remonte del oleaje, la estructura será irrebasable, requisito indispensable para combatir la agitación interior.

1.7.VERIFICACIÓN DEL ESPALDÓN

El espaldón, además de cumplir la función de aumentar la cota de coronación de la estructura, ha de ser capaz de resistir las acciones que actúan sobre él.

Se ha diseñado un espaldón de hormigón en masa coronado a la cota + 15.00 m, ya que esta cota era una exigencia de la Autoridad Portuaria de Leixões para la realización de este proyecto, con la finalidad de que la nueva extensión del dique tuviera la misma coronación que el anterior y la solución fuera más estética.

Las dimensiones que se han planteado, han procurado ser lo más parecidas al espaldón existente, pero se han reducido moderadamente ya que para las acciones consideradas se hubiera obtenido un espaldón sobredimensionado.

La figura 9 muestra el esquema constructivo del espaldón.

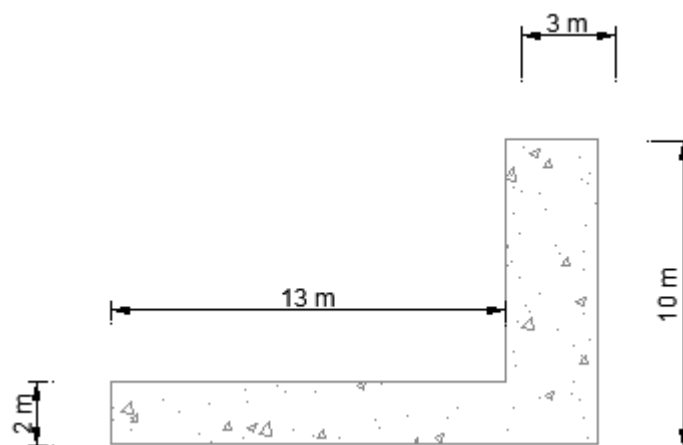


Figura 9: Esquema constructivo del espaldón

Las acciones que actúan o pueden actuar sobre el espaldón son las siguientes:

- Empuje del agua
- Empuje del manto principal
- Subpresión
- Peso propio del hormigón del espaldón

En la figura 10 se muestra un esquema de las fuerzas que actúan sobre el espaldón.

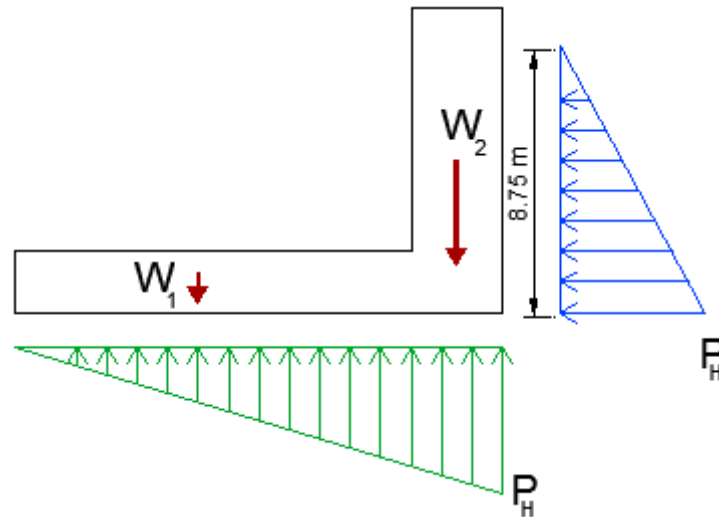


Figura 10: Fuerzas que actúan sobre el espaldón

Existen varios métodos para determinar la estabilidad del espaldón. En este caso se utiliza el método analítico de Günbak y Gökce que asume que el run-up del oleaje forma una cuña triangular con un ángulo de 15° en el vértice, tal y como se muestra en la figura 11.

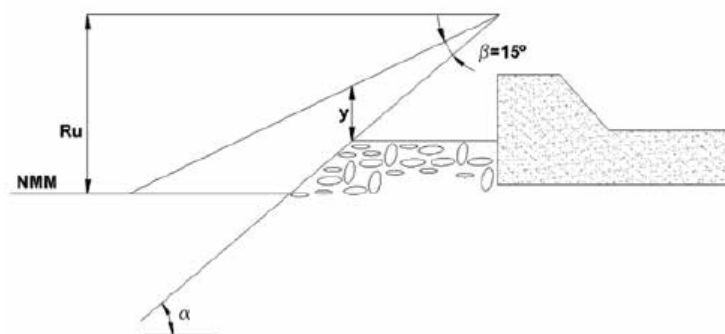


Figura 11: Esquema de Günbak y Gökce

La figura 12 muestra la distribución de presión sobre la pared del espaldón, donde P_m

es la presión de choque desarrollada por el estancamiento de las presiones y P_h es la presión cuasiestática hidrostática.

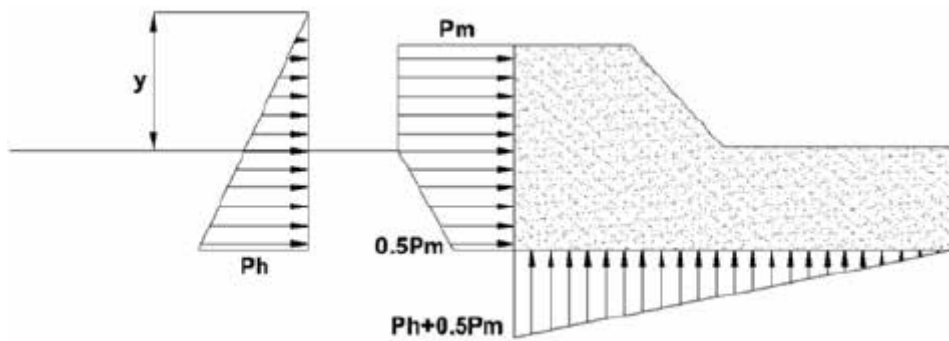


Figura 12: Distribución de presiones sobre el espaldón

Según el modelo y para el espaldón diseñado, las presiones se producen según las expresiones siguientes:

$$P_m = \frac{\gamma_w(\sqrt{g \cdot y^2})}{2g} = 0.51 \cdot y \quad (Tn/m^2)$$

$$P_h = \gamma_w(y + 2) = 1.03(y + 8.75) \quad (Tn/m^2)$$

$$y = \frac{(R_u - 11.5) \cdot \text{sen}(2\alpha - \beta)}{\text{sen}(\alpha) \cdot \cos(\alpha - \beta)}$$

Como el *run up* no sobrepasa la cota de coronación del manto del dique, el valor de y resulta negativo. Se ha considerado el caso más desfavorable, que sería en el que el *run up* llegaría hasta justo la cota de la escollera, de forma que y toma valor cero y no negativo. Por tanto, quedaría:

$$y = 0 \text{ KN/m}^2$$

$$P_m = 0 \text{ Tn/m}^2$$

$$P_h = 9.01 \text{ KN/m}^2$$

De la integración de las leyes de presiones definidas anteriormente, se obtienen las resultantes horizontal (fuerzas horizontales, F_H) y vertical (subpresión, S_b) debidas a la acción del oleaje.

$$F_H=384.93 \text{ KN/m}$$

$$S_b=571.89 \text{ KN/m}$$

Con estos valores, la verificación de los modos de fallo de deslizamiento y vuelco se llevan a cabo mediante las siguientes ecuaciones de verificación:

Coefficiente de seguridad al deslizamiento:

$$Z_{c,desliz} = \mu \frac{W_{esp} - S_b}{F_H} \geq 1.2$$

Donde:

W_{esp} : peso del espaldón

μ : coeficiente de rozamiento espaldón-cimentación

Resultado:

$$\mu: 0.7$$

$$W_{esp}: 1263.52 \text{ KN/m}$$

$$S_b: 571.9 \text{ KN/m}$$

$$F_H: 384.93 \text{ KN/m}$$

$$Z_{c,desliz} = 1.25 \geq 1.2 \quad \text{OK}$$

Coefficiente de seguridad al vuelco:

$$Z_{c,vuelco} = \frac{\sum M_{est}}{\sum M_{desest}} \geq 1.2$$

Donde:

M_{est} : momentos estabilizadores

M_{desest} : momentos desestabilizadores

Resultado:

$$W_{esp\ 1} = 586.64 \text{ KN/m}$$

$$d_{esp\ 1} = 14.5 \text{ m}$$

$$W_{esp\ 2} = 676.89 \text{ KN/m}$$

$$d_{esp\ 2} = 6.5 \text{ m}$$

$$P_H = 384.92 \text{ KN/m}$$

$$d_{P_H} = 2.91 \text{ m}$$

$$S_B = 571.89 \text{ KN/m}$$

$$d_{S_B} = 11.33 \text{ m}$$

$$M_{estab} = 12906.036 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$M_{desast} = 7222.89 \text{ KN}\cdot\text{m}$$

$$Z_{c,vuelco} = 1.78 \geq 1.2 \quad OK$$

2. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

En las figuras 12 y 13 se muestra la solución adoptada para la sección tronco y morro respectivamente. En el DOCUMENTO NÚM.2: PLANOS, se pueden ver las distintas secciones de esta solución adaptadas a la batimetría.

Como se puede apreciar, todas las capas que conforman los taludes están formadas por dos hileras del elemento en cuestión. Los taludes que se han adoptado son los mismos en la sección tronco y morro, ya que se ha optado por aumentar el tamaño de los bloques en lugar de variar el talud para el morro. El lado exterior tiene un talud más tendido, ya que las condiciones a las que está sometido son mucho más extremas y no es necesario ese talud para el lado interior ya que incrementa notablemente el

volumen de material y no está tan solicitado.

La solución adoptada para el tronco consiste en un manto principal de 7.22 metros de espesor formado por bloques de hormigón de 108 Tn.

A continuación, se dispone una capa de escollera de 2.75 metros de espesor y de 7.2 Tn de peso a la que le sigue una capa de escollera de 1.11m de espesor y de 0.48 Tn de peso. El núcleo está formado por todo en uno de cantera.

En la zona de aguas abrigadas, el manto interior no recibe el oleaje incidente de una forma tan directa como el manto exterior, existiendo zonas en las que únicamente existe oleaje interior provocado por barcos, agitación interior, etc, que no suelen superar los 2 m. Por tanto, al estar más resguardado, no requiere de elementos de hormigón y se ha considerado suficiente la disposición de las dos capas de escollera utilizadas como filtro en el manto exterior.

El espaldón de hormigón corona la estructura a la cota +15.00 sobre el nivel del mar.

La solución adoptada para el morro consiste en un manto principal de 7.22 metros de espesor formado por bloques de hormigón de 163 Tn.

A continuación, se dispone una capa de escollera de 3.17 metros de espesor y de 11 Tn de peso a la que le sigue una capa de escollera de 1.27m de espesor y de 0.7 Tn de peso. El núcleo está formado por todo en uno de cantera.

En el lado de aguas abrigadas no se colocan cubos de hormigón por la misma razón que en la sección del tronco.

El espaldón de hormigón corona la estructura a la cota +15.00 sobre el nivel del

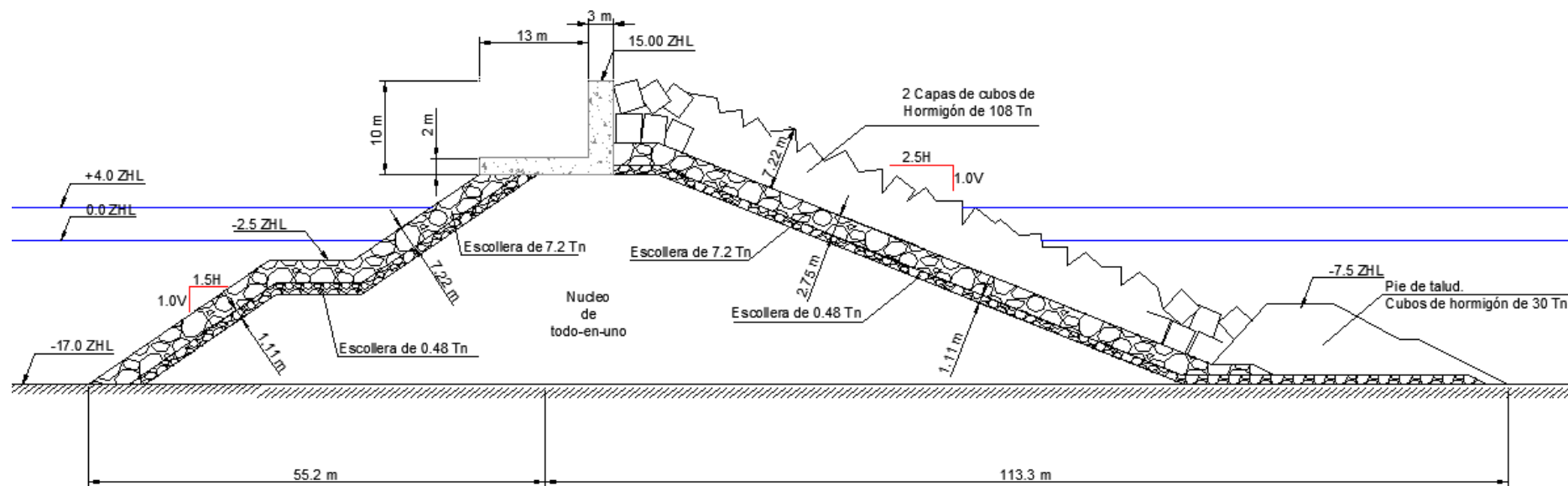


Figura 13: Solución adoptada para la sección tronco



3. FALLO DE UN DIQUE EN TALUD

3.1.FALTA DE ESTABILIDAD HIDRODINÁMICA

Como ya se ha comentado anteriormente, a pesar de que el proyecto está ubicado en Portugal, debido a la ausencia de normativa o recomendación para obras marítimas, se ha optado por emplear la normativa española ROM 0.2-90, que garantizan la estabilidad hidrodinámica de la estructura.

Son once las causas que pueden comprometer la estructura de una obra marítima y comprenden la estabilidad hidrodinámica de las piezas, la estabilidad mecánica de las mismas, la estabilidad geotécnica de todo el conjunto granular y posibles errores constructivos. Sólo se expondrán los fallos que tengan que ver que la estabilidad hidrodinámica, exponiéndolos a continuación.

- Extracción de las piezas del manto principal a causa del oleaje.
- Movimientos continuos de los cantos del manto principal sin grandes desplazamientos instantáneos, pero capaces de deteriorar en el tiempo la conformación del mismo. Se puede considerar una rotura por fatiga.

El movimiento de una pieza integrada en el manto principal de un dique puede ser de dos tipos:

- Cabeceos (giros) sobre sus apoyos en el manto.
- Desplazamientos de su posición en el manto a otra nueva.

El cabeceo de una pieza puede tener gran relevancia al convertirse en una fuente originadora de tensiones adicionales para las que no está preparada. Sin embargo, es importante por sus efectos hidrodinámicos, ya que deja patente que la extracción de piezas de su posición original es el indicador principal de la estabilidad del manto bajo la acción de un determinado oleaje.

Cuando el dique se ve afectado por la acción de un oleaje con moderada altura de ola, permanece inalterado y no se produce movimiento de elementos. A medida que aumenta la altura de ola comienza la extracción de piezas, entrando en lo que se

califica como “estabilidad parcial”, que no se debe entender de forma determinista ya que la probabilidad de extracción depende de cómo estén integradas las piezas en el manto. Cuando las acciones debidas al flujo alcanzan un determinado valor, el manto secundario se empieza a ver afectado, siendo en ese momento cuando aumenta la progresión del daño y cuando se alcanzan niveles de deformación incompatibles con la función de la estructura

En la figura 2 se muestran los tipos de fallos descritos.

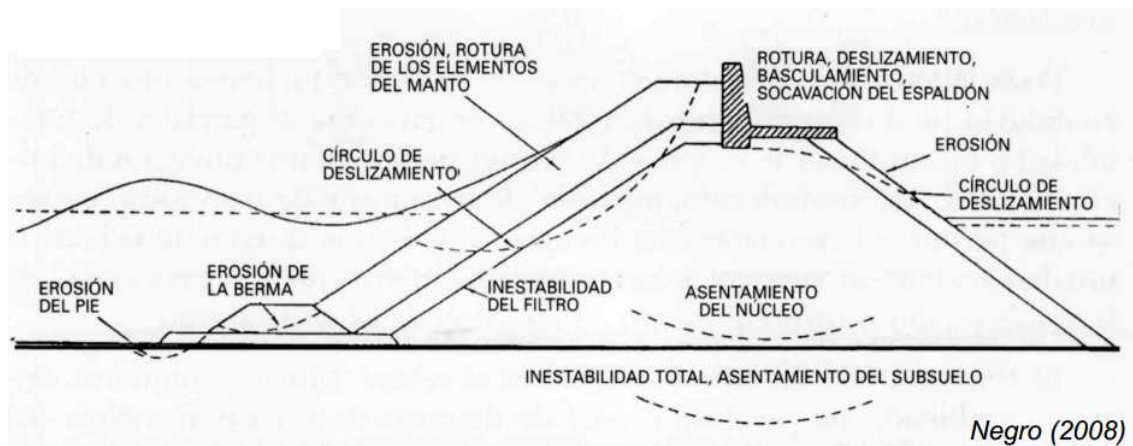


Figure 2: Esquemas de fallos posibles en un dique en talud

3.2.CRITERIOS DE AVERÍA

El área de erosión media de la sección del manto, A_d , y el diámetro equivalente de las piezas del manto principal, $D = \left(\frac{W}{\gamma_s}\right)^{1/3}$ donde W es el peso de las piezas del manto principal, será utilizada más adelante, a través del parámetro de daño $S = \frac{A_d}{D^2}$, para describir el daño en los diques rompeolas. Los valores de S , aun siendo valores numéricos objetivos de la avería del dique, no son descriptores absolutos del daño, porque dependen de la geometría de las secciones sobre las que se evalúa el daño. Una forma de evitar esta inconsistencia, consiste en definir la avería como el porcentaje de cantos desplazados respecto al número de ellos contenidos inicialmente en una faja de determinada anchura alrededor del nivel medio en movimiento, Günbak (1978).

Para relacionar el estado de avería de un dique con los valores de los parámetros de daño, es necesario definir algunos criterios globales de avería, asociados a variaciones

geométricas apreciables en el manto, que proporcionan por lo tanto información cualitativa del estado del dique.

Losada et al. (1986) definieron tres niveles de daños diferentes, reconocibles mediante la inspección visual de los diques:

(IA): Iniciación de avería

(AI): Avería de Iribarren

(D): Destrucción

Vidal et al. (1991) añadió un cuarto nivel, intermedio entre la avería de Iribarren y la destrucción; el Inicio de destrucción (ID).

Si el daño se evalúa mediante parámetros objetivos de daño, por ejemplo, midiendo la sección dañada o contando los cantos extraídos, será necesario establecer, para cada geometría del dique, la relación existente entre estos parámetros de daño y los niveles de avería “geométricos” anteriores.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 09

DINÁMICA LITORAL

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	EROSIÓN MARINA.....	1
3.	PRINCIPALES PROCESOS EVOLUTIVOS DE LA LÍNEA DE COSTA.....	3
4.	PERFIL ADOPTADO POR LA PLAYA DE MATOSINHOS.....	6
4.1.	DIRECCIÓN DEL OLAJE DETERMINANTE EN AGUAS PROFUNDAS.....	6
4.2.	PROPAGACIÓN DEL FRENTE DEL OLAJE.....	12

1. INTRODUCCIÓN

El litoral comprende el área de influencia directa o indirecta de la acción del mar. En el caso de Portugal, designa la franja de tierra junto a la costa marítima que engloba aproximadamente 50 km hacia el interior. En este espacio de interrelación entre las áreas terrestres y marinas, la influencia humana tiene hoy un papel importante, ya que las áreas litorales son las más densamente pobladas, albergando la mitad de la población portuguesa en 1450km de costa. Es también en el litoral donde se sitúan la mayor parte de las industrias, debido a las disponibilidades hídricas, a la facilidad de transportes y proximidad a los mayores centros económicos.

El mar es un poderoso agente erosivo cuya acción se hace sentir, principalmente sobre la línea de costa, el área de contacto entre la tierra y el mar.

2. EROSIÓN MARINA

La erosión provocada por las aguas del mar se denomina erosión marina o abrasión marinas (erosión mecánica de las olas y de las mareas), llevada a cabo con el material arrancado de la costa y nuevamente lanzado hacia ella, porque las olas actúan fuertemente contra las rocas, desagregándolas. Las aguas del mar actúan sobre los materiales del litoral (línea de costa) desgastándolos a través de su acción química y de su acción mecánica.

Las causas de la erosión litoral se pueden dividir en dos grupos generales: causas naturales y causas antrópicas.

Causas naturales:

El perfil de una playa sufre importantes adaptaciones a las condiciones hidrodinámicas de la playa. Por eso, las situaciones de tormenta pueden provocar intensas y rápidas modificaciones del perfil de una playa.

En las playas de las latitudes de clima templado el contraste estacional está bastante marcado. Generalmente los periodos de mal tiempo en invierno contrastan con periodos de buen tiempo en verano.

En términos genéricos, esto se manifiesta en las playas por fenómenos de erosión en invierno y fenómenos de acreción en verano. Por tanto, existe una fase destructiva y una fase constructiva.

En una situación de equilibrio dinámico de la playa la cantidad de sedimentos arrancados a la playa en invierno no es la misma cantidad de los que se depositan en verano.

En la Figura 1 se muestran estos fenómenos. La situación (A) corresponde al verano, donde se forma una berma (1) debido al oleaje de buen tiempo. La situación (B) corresponde al invierno, cuando se erosiona la playa debido al oleaje de tormenta (2) y los respectivos sedimentos se depositan en la parte posterior a la playa (3).

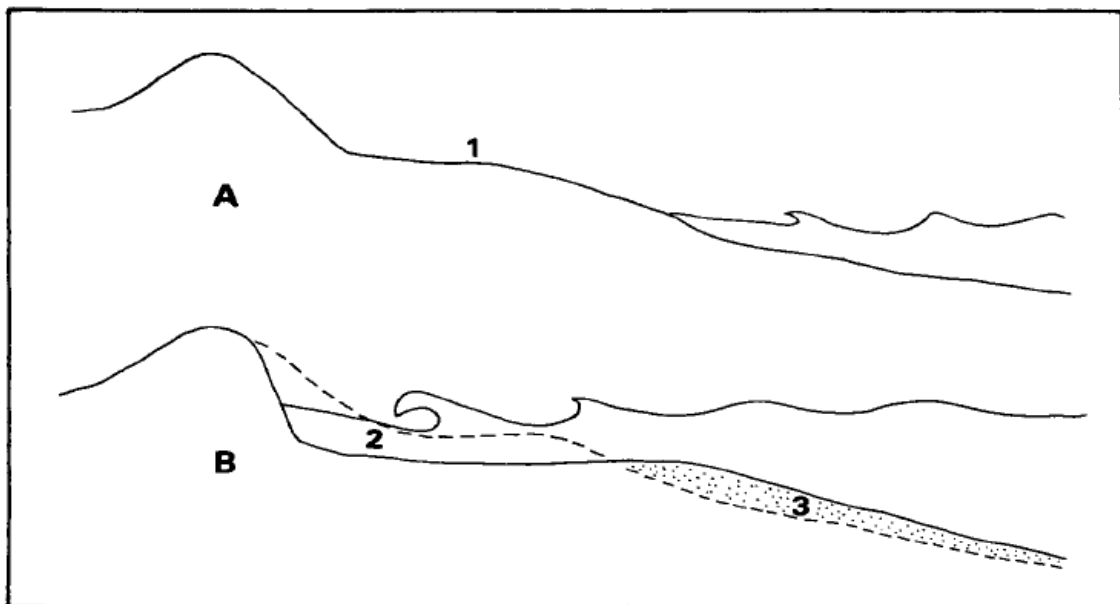


Figura 1: Variaciones estacionales del perfil de una playa. Adaptado de R. Pashkov, 1985)

Es suficiente que las condiciones meteorológicas se alejen de la normalidad durante un periodo de tiempo suficiente para que el balance sea positivo o negativo.

Otra causa es la subida generalizada del nivel medio del mar. Según las previsiones del “Intergovernmental Panel on Climate Change” para la subida del nivel del mar, los valores serán progresivamente mayores (8 a 30 cm en 2030; 20 a 70 cm para 2070; 30 a 110 cm para 2100).

El transporte, por las corrientes costeras, de los materiales resultantes del proceso

de desgaste, aumenta también el poder de la erosión marina.

Causas antrópicas:

Otra realidad que contribuye a la erosión costera es la acción del hombre, que provoca una disminución de las fuentes aluviales relacionada con múltiples factores:

- Extracción de material del lecho y márgenes de los ríos
- Construcción de aprovechamientos hidroeléctricos que regularizan los caudales y retienen las arenas en las albuferas
- Operaciones de dragado, sobretodo en los estuarios.
- Intervenciones humanas regulando y canalizando los cursos de agua
- Modificaciones del revestimiento vegetal del subsistema de vertientes
- Contrucción y ampliación de los rompeolas de las obras portuarias, originando erosión aguas abajo y acreción aguas arriba

3. PRINCIPALES PROCESOS EVOLUTIVOS DE LA LÍNEA DE COSTA

La línea de costa, en Portugal Continental, a pesar de tener un trazado bastante regular, es variable de acuerdo con la naturaleza de los materiales rocosos que la constituyen. Aunque el litoral portugués esté dominado esencialmente por playas, existen áreas de costa predominantemente rocosa. Se puede, por tanto, dividirlo en dos tipos de costa:

- Costa rocosa: Alta y escarpada. La línea de costa está constituida por formaciones rocosas más resistentes a la erosión marina.
- Costa de playa: Baja y arenosa. La línea de costa está constituida por un relieve bajo o las formaciones rocosas son menos resistente.

La erosión marina se manifiesta, generalmente, con gran intensidad donde predomina la costa alta, rocosa y escarpada. En las áreas de costa baja, el trabajo erosivo del mar es menos intenso, procediendo a la trituración y redondeo de los sedimentos litorales, formando playas debido a la acumulación de los sedimentos litorales.



Figura 2: Tipos de costa en el litoral portugués continental

El puerto de Leixões se encuentra en una zona rocosa del litoral portugués y es por esta razón que el transporte litoral que se produzca debe ser moderado.

En la figura 3 se muestra la dirección en la que se realiza el transporte a lo largo de toda la costa.

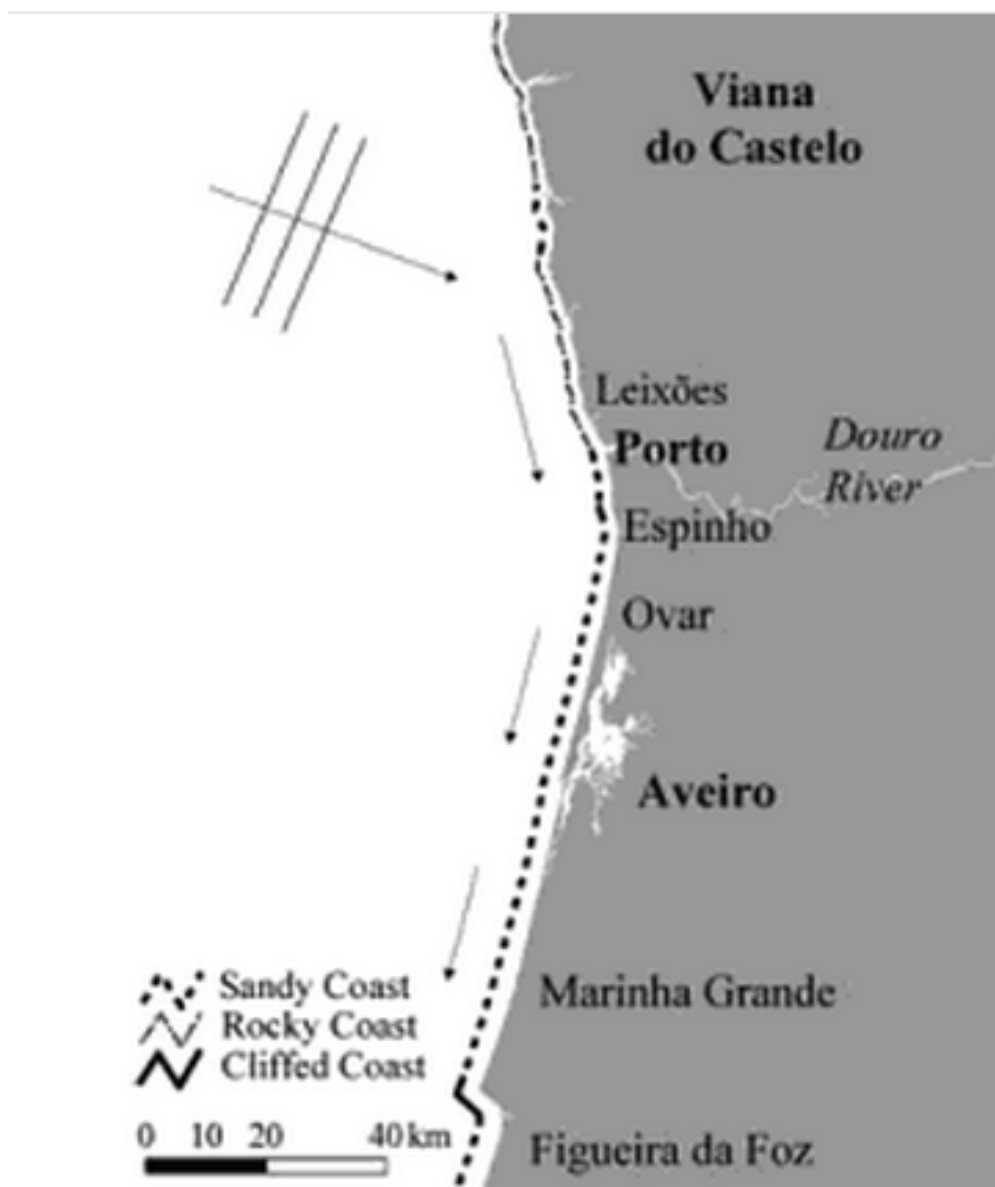


Figura 3: Dirección del transporte litoral a lo largo de la costa portuguesa

4. PERFIL ADOPTADO POR LA PLAYA DE MATOSINHOS

4.1.DIRECCIÓN DEL OLAJE DETERMINANTE EN AGUAS PROFUNDAS

Lo primero que es necesario para poder conocer el nuevo perfil costero con la extensión del dique es aquella dirección del oleaje que resulte representativa de todas aquellas que inciden en la costa. Para ello se recurrirá a los datos de clima de oleaje de la boya de Leixões, que se presentan en el Anejo 4. Se estudiará el porcentaje de presentación de cada una de las 8 direcciones efectivas que inciden sobre la costa.

Los porcentajes de presentación del total de las 16 direcciones medidas por la boya desde el año 2003 al 2013, se presentan en la figura 4. Se resaltan en oscuro los porcentajes de aquellas direcciones que son efectivas y que, por tanto, son capaces de inducir cambios en la morfología costera.

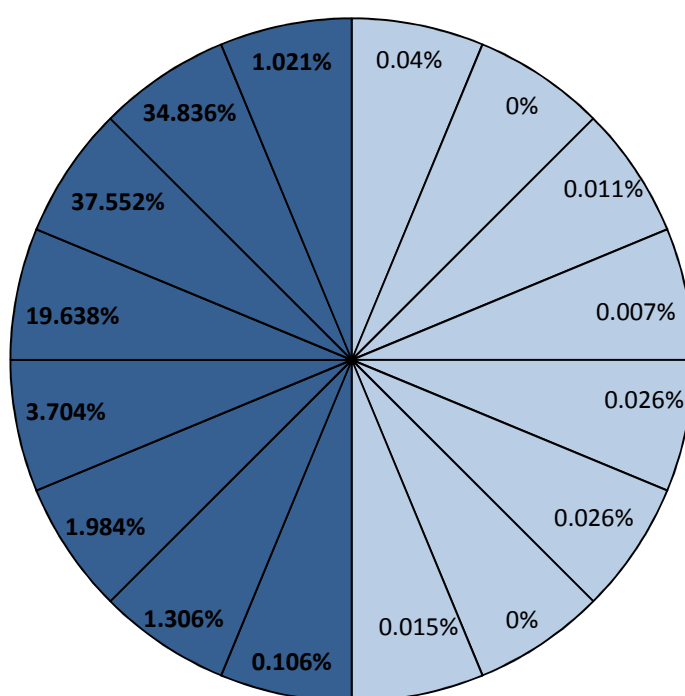


Figura 4: Porcentaje de presentación oleaje en el periodo 2003-2013

Por tanto, se considerarán los siguientes vectores de dirección:

$$a_{\text{NO}} = 337.5^\circ$$

$$a_{\text{NO}} = 315^\circ$$

$$a_{ONO} = 292.5^\circ$$

$$a_O = 270^\circ$$

$$a_{OSO} = 247.5^\circ$$

$$a_{SO} = 225^\circ$$

$$a_{SSO} = 202.5^\circ$$

$$a_S = 180^\circ$$

Observando los datos presentados, resulta inmediato establecer la existencia de un clima de oleaje bidireccional en aguas profundas. Así, se pueden establecer dos grupos de oleaje diferenciados.

Grupo 1:

Direcciones efectivas: $a_{NNO} - a_{NO} - a_{ONO} - a_O$

Dirección ponderada de incidencia: $a_{0,1} = 307.11^\circ$

Porcentaje de tiempo de presentación: 93.047%

Grupo 2

Direcciones efectivas: $a_{OSO} - a_{SO} - a_{SSO} - a_S$

Dirección ponderada de incidencia: $a_{0,2} = 245.67^\circ$

Porcentaje de tiempo de presentación = 7.1%

De esta forma ya se tienen caracterizadas en aguas profundas las dos direcciones de oleaje predominantes. El objetivo que se persigue es tener una única dirección representativa, a_0 , con la que se pueda efectuar el cálculo del perfil adoptado por la playa de Matosinhos. Así, se busca la dirección resultante de la acción de ambas en términos morfológicos, es decir, un vector que represente el contenido energético de combinar ambas direcciones. Para poder obtenerlo, se calcularán los vectores energéticos asociados a cada una de las direcciones predominantes y se realizará la suma vectorial.

El vector energético asociado a una determinada dirección de oleaje se calculará tomando como premisa que la energía del oleaje incidente es proporcional al

cuadrado de la altura de ola asociada a dicho oleaje. De esta forma, el módulo de dicho vector resulta de efectuar la siguiente operación:

$$\|\vec{E}_a\| = T \cdot \sum_{i,j=1}^n H_{0,ij}^2 \cdot f_{ji}$$

Donde:

T: Porcentaje de tiempo al año que se presenta el oleaje cuyo vector asociado es \vec{E}_a .

$H_{0,ij}$: Altura de ola i-ésima en aguas profundas asociada al periodo de oleaje j-ésimo.

f_{ji} : Frecuencia de presentación asociada a la i-ésima altura de ola y al j-ésimo periodo de oleaje.

En el cálculo efectuado se tomará como referencia los datos de presentación H_0 -T correspondientes a los obtenidos por la Boya de Leixões y al periodo 2003-1013:

Todas las direcciones		Periodo T (s)																TOTAL
		3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	
Altura de ola significativa Hs (m)	0-0.5	0.004	0.047	0.161	0.234	0.164	0.084	0.022	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.734
	0.5-1	0.026	0.416	1.567	3.211	3.467	2.751	1.907	0.928	0.201	0.051	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	14.528
	1-1.5	0.000	0.146	2.042	4.175	5.414	5.275	4.037	2.586	1.235	0.457	0.113	0.022	0.004	0.004	0.000	0.000	25.509
	1.5-2	0.000	0.000	0.698	2.966	3.770	4.267	3.956	3.178	2.035	0.895	0.263	0.102	0.040	0.007	0.000	0.000	22.177
	2-2.5	0.000	0.000	0.018	0.994	1.808	2.298	2.911	2.813	2.035	0.997	0.402	0.139	0.047	0.011	0.011	0.000	14.484
	2.5-3	0.000	0.000	0.000	0.095	0.661	1.154	1.830	2.130	1.724	0.858	0.438	0.164	0.033	0.018	0.004	0.004	9.114
	3-3.5	0.000	0.000	0.000	0.004	0.150	0.453	0.877	1.220	1.344	0.866	0.449	0.124	0.055	0.018	0.000	0.000	5.560
	3.5-4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.186	0.541	0.581	0.950	0.676	0.479	0.121	0.018	0.015	0.000	0.000	3.573
	4-4.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040	0.168	0.289	0.493	0.387	0.248	0.121	0.029	0.018	0.004	0.000	1.797
	4.5-5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.066	0.153	0.248	0.274	0.150	0.080	0.022	0.007	0.000	0.000	1.008
	5-5.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.058	0.142	0.153	0.197	0.058	0.044	0.007	0.000	0.004	0.683
	5.5-6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.018	0.026	0.080	0.088	0.069	0.040	0.022	0.004	0.000	0.358
	6-6.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.015	0.051	0.058	0.037	0.029	0.029	0.004	0.000	0.237
	6.5-7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.018	0.029	0.022	0.018	0.007	0.000	0.000	0.106
	7-7.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.015	0.015	0.011	0.004	0.015	0.000	0.000	0.062
	7.5-8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.000	0.004	0.007	0.004	0.004	0.000	0.000	0.029
	8-8.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.004	0.007	0.011	0.004	0.004	0.000	0.000	0.033
	8.5-9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.004
	9-9.5	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004
	TOTAL	0.029	0.610	4.486	11.679	15.441	16.515	16.343	13.987	10.477	5.783	2.944	1.092	0.395	0.186	0.026	0.007	100.000

Tabla 1: Tabla de frecuencia Ho-T registrada en el periodo 2003-2013 por la Boya de Leixões

A continuación se calcula el vector energético asociado a $a_{0,1}$:

$$\vec{E}_{\beta_{0,1}} = -\|\vec{E}_{\beta_{0,1}}\| \cos(\beta_{0,1}) \cdot \vec{i} - \|\vec{E}_{\beta_{0,1}}\| \sin(\beta_{0,1}) \cdot \vec{j}$$

$$\|\vec{E}_{\beta_{0,1}}\| = 0.93047 \cdot \left[\frac{0.734}{100} 0.5^2 + \frac{14.528}{100} 1^2 + \frac{25.509}{100} 1.5^2 + \frac{22.177}{100} 2^2 + \frac{14.484}{100} 2.5^2 + 9.11410032 + 5.5061003.52 + 3.57310042 + 1.17971004.52 + 1.00810052 + 0.6831005.52 + 0.35810062 + 0.2371006.52 + 0.10610072 + 0.0621007.52 + 0.02910082 + 0.0331008.52 + 0.00410092 + 0.0041009.52 \right] = 5.37$$

El ángulo $\beta_{0,1}$ se calcula empleando conocimientos básicos de trigonometría, tal y como se muestra en la figura (abajo) 1

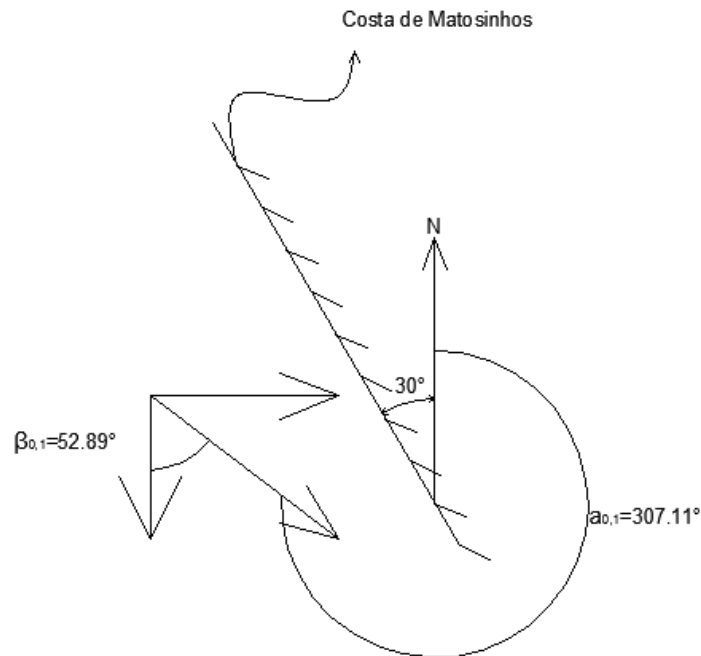


Figura 5: Esquema de obtención del ángulo $\beta_{0,1}$

$$\beta_{0,1} = 360 - a_{0,1} = 52.89^\circ$$

Por tanto, el vector energético asociado a la dirección $a_{0,1}$ es:

$$\vec{E}_{\beta_{0,1}} = -3.241 \cdot \vec{i} - 4.284 \cdot \vec{j}$$

El mismo procedimiento se realiza para el vector $a_{0,2}$

$$\|\vec{E}_{\beta_{0,1}}\| = 0.071 \cdot \left[\frac{0.734}{100} 0.5^2 + \frac{14.528}{100} 1^2 + \frac{25.509}{100} 1.5^2 + \frac{22.177}{100} 2^2 + \frac{14.484}{100} 2.5^2 + \right]$$

$$\frac{9.114}{100} 3^2 + \frac{5.506}{100} 3.5^2 + \frac{3.573}{100} 4^2 + \frac{1.1797}{100} 4.5^2 + \frac{1.008}{100} 5^2 + \frac{0.683}{100} 5.5^2 + \frac{0.358}{100} 6^2 + \frac{0.237}{100} 6.5^2 + \frac{0.106}{100} 7^2 + \frac{0.062}{100} 7.5^2 + \frac{0.029}{100} 8^2 + \frac{0.033}{100} 8.5^2 + \frac{0.004}{100} 9^2 + \frac{0.004}{100} 9.5^2 = 0.4099]$$

El ángulo $\beta_{0,2}$ se calcula empleando conocimientos básicos de trigonometría, tal y como se muestra en la figura (abajo)

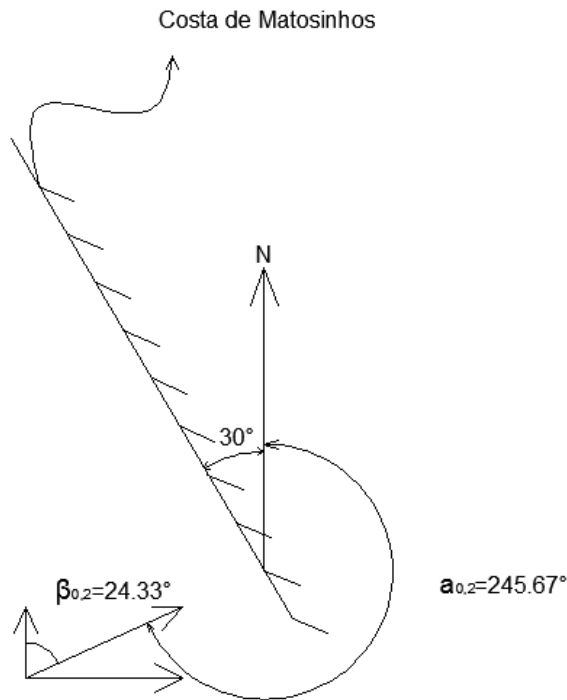


Figura 6: Esquema de obtención del ángulo $\beta_{0,2}$

$$\beta_{0,2} = 270 - a_{0,2} = 24.33^\circ$$

Por tanto, el vector energético asociado a la dirección $a_{0,1}$ es:

$$\vec{E}_{\beta_{0,2}} = 0.3735 \cdot \vec{i} - 0.1689 \cdot \vec{j}$$

Una vez se dispone de los vectores energéticos, se puede determinar la dirección a_0 del vector energético resultante a partir de β_0 :

$$\vec{E}_{\beta_0} = \vec{E}_{\beta_{0,1}} + \vec{E}_{\beta_{0,2}} = -2.868 \vec{i} - 4.115 \vec{j}$$

Y el ángulo β_0 se calcula como:

$$\beta_0 = \arctan \frac{-4.115}{-2.868} = 55.13^\circ$$

Usando conocimientos trigonométricos, se obtiene a_0 :

$$a_0 = 360 - 55.13 = 304.87^\circ$$

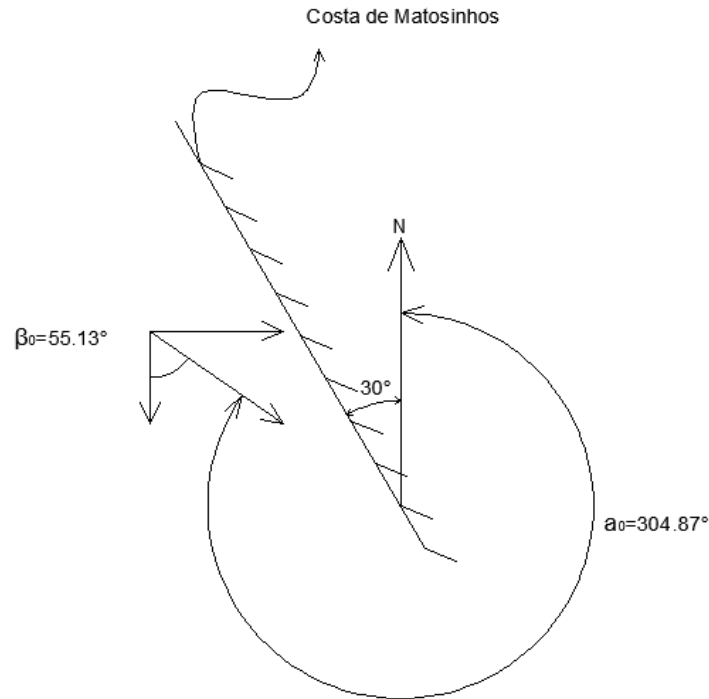


Figura 7: Esquema de obtención del ángulo β_0

Por último, se ha de obtener el ángulo γ que forma el frente de este oleaje con respecto a la costa incidente, necesario para realizar la propagación desde aguas profundas a la zona de estudio.

La costa forma un ángulo con respecto al norte de 350° mientras que el oleaje forma un ángulo de 304.87° . El ángulo que se busca se obtendrá como diferencia de los dos.

$$\gamma = 350 - 304.87 = 45.13^\circ$$

4.2.PROPAGACIÓN DEL FRENTE DEL OLAJE

Una vez que se dispone de la dirección del frente del oleaje en aguas profundas, γ , se ha de propagar hasta la isobata en que la se halla el morro de la prolongación del

dique de abrigo. Dicha isobata corresponde a la profundidad $h^*=17$ m

Para efectuar la propagación del oleaje hasta la profundidad h , se asumirá que el periodo se mantiene constante. El periodo elegido ha sido el que se ha presentado con mayor frecuencia en el periodo de registro 2003-2013, que como se observa en la tabla 1 corresponde al rango de 8 a 9 segundos con una aparición del 15.515% del tiempo. Por tanto, se escogerá un periodo de 8,5 segundos para los cálculos de propagación.

Definido el periodo del oleaje, se propagará llevando a cabo la teoría lineal de ondas y la ley de Snell.

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{L_1}{L_2}$$

Donde:

α_i : Ángulo del frente del oleaje respecto a la costa en la profundidad i -ésima.

L_i : Longitud de onda en la profundidad i -ésima.

El primer paso, es calcular la longitud de onda en aguas profundas y en la profundidad h mediante la ecuación:

$$L_0 = \frac{g \cdot T^2}{2 \cdot \pi} = \frac{9.81 \cdot 8.5^2}{2 \cdot \pi} = 112.86 \text{ m}$$

$$L_{h*} = L_0 \cdot \tanh\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot h}{L_h}\right) \rightarrow L_{h*} = 92.48 \text{ m}$$

A continuación se procede a aplicar la Ley de Snell:

$$\frac{\sin 45.13^\circ}{\sin \alpha_{h*}} = \frac{112.86}{92.48} \rightarrow \alpha_2 = \arcsen\left(\frac{92.48}{112.86} \cdot \sin(45.13^\circ)\right) = 35.50^\circ$$

De este resultado se desprende que a la profundidad a la que se ha propagado la dirección de incidencia del oleaje, α_0 , es:

$$\alpha_{h*,30} = 360 - 35.50 = 324.5^\circ$$

El resultado obtenido no es certero completamente, ya que la playa de Matosinhos no tiene la misma orientación que el resto de la costa, sino que forma un ángulo con el

norte de 35 grados.

Aplicando razones geométricas, se obtiene el ángulo que existe entre el frente de olas y el perfil de playa a analizar.

$$a_{h*,35} = 324.5 - 5 = 319.5^\circ$$

4.3.APLICACIÓN DEL MODELO PARABÓLICO DE Hsu Y SILVESTER

Cuando el oleaje encuentra un obstáculo en su propagación, natural o artificial, se produce un fenómeno de difracción que da lugar a los siguientes procesos:

1. Parte del oleaje incidente será capaz de superar el morro del dique de abrigo e introducir transversal o lateralmente energía en el interior del puerto. Se producen olas difractadas.
2. La difracción da lugar a una reducción de la altura de ola incidente en el trasdós de la barrera que se opone al tren de ondas. Dicha reducción comportará forzosamente una reducción de la energía del oleaje incidente, ya que $E \sim H^2$, por lo que disminuirá la velocidad de la corriente marina en el trasdós del dique y habrá mayor tendencia a la acumulación de sedimento
3. La zona “protegida” generada en el trasdós de la estructura (zona con menor altura de ola) provoca un movimiento de agua hacia la zona resguardada. Este mecanismo supone un nuevo gradiente de transporte longitudinal se sedimentos a lo largo de la línea de orilla.

El proceso descrito supone una remodelación en planta de la línea de orilla en la playa de Matosinhos, haciéndose necesario, por tanto, prever cuál va a ser la disposición final de ésta, con objeto de que no haya ningún problema de aterramiento en la bocana principal.

Para la obtención del perfil de equilibrio se ha elegido, por su sencillez y eficacia el modelo parabólico propuesto por Hsu y Silvester (1990), que desarrolla con suficiente precisión la curva que describe el perfil de equilibrio de una playa.

La caracterización del nuevo perfil se realiza mediante la introducción de un sistema de coordenadas polares con origen en el polo de difracción de la bahía. El polo se sitúa en el morro de la prolongación efectuada en el dique de abrigo y, a partir de ahí, el modelo propone la utilización del siguiente ajuste parabólico:

$$r_i = R_0 \left[C_0 + C_1 \frac{\beta^*}{\theta_i} + C_2 \left(\frac{\beta^*}{\theta_i} \right)^2 \right]$$

Donde:

r_i : Distancia desde el polo de difracción hasta el punto i-ésimo de la línea de costa remodelada.

R_0 : Línea de control, definida como la distancia existente entre el polo de difracción y el límite aguas abajo (según la dirección del oleaje predominante incidente) de la bahía.

β^* : Ángulo formado entre la cresta del oleaje predominante y la línea de control establecida.

C_0, C_1, C_2 : Constantes tabuladas a partir del valor de β^* .

θ_i : Ángulo formado entre la cresta del oleaje predominante y el vector r_i referido al i-ésimo punto del perfil de costa remodelado.

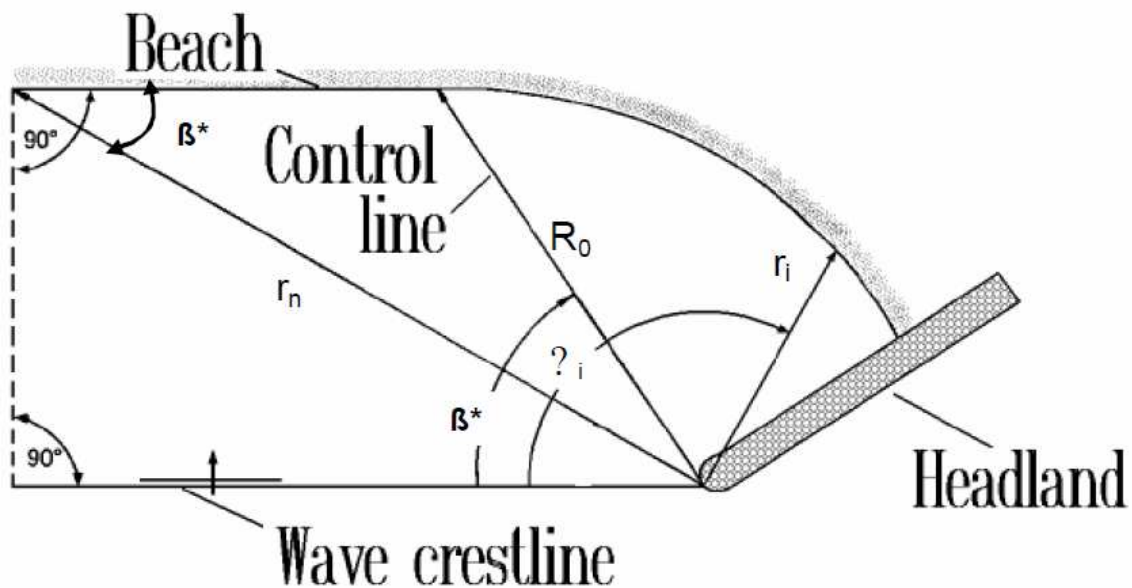


Figura 8: Esquema explicativo de los diferentes parámetros que intervienen en la expresión parabólica de Hsu y Silvester

De esta forma, partiendo de un ángulo del frente de oleaje respecto a la costa igual a $a_{h*,35} = 319.5^\circ$, se determina sobre el plano que $\beta^*=144^\circ$, tal y como se muestra en la figura 9.

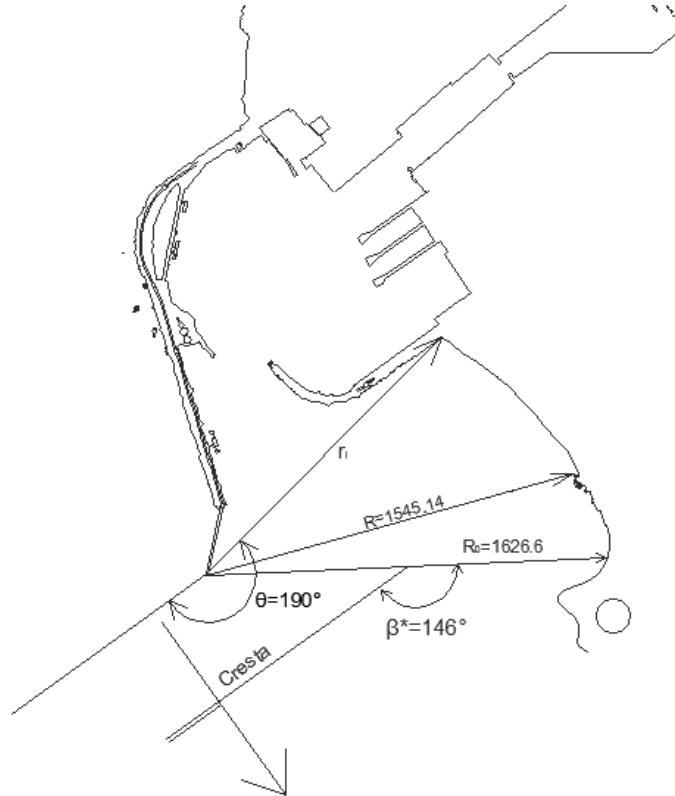


Figura 9: Esquema de obtención de los parámetros de la ecuación de Silvester&Hsu

Como se observa en la figura, $\theta=190^\circ$. La ecuación de Silvester&Hsu sólo es válida para $\beta \leq \theta \leq 180^\circ$ y, por tanto, el caso de estudio no cumple con dichas características. Esto significa que la costa no evoluciona según una ecuación parabólica, sino según una ecuación circular, cuya ecuación queda de la siguiente forma:

$$\frac{r_i}{R_0} = \frac{\text{sen } \beta^*}{\text{sen } \theta}$$

Teniendo en cuenta estos parámetros que intervienen en el modelo, el perfil de la costa remodelado queda a largo plazo de forma aproximada según se dibuja en la figura 10.

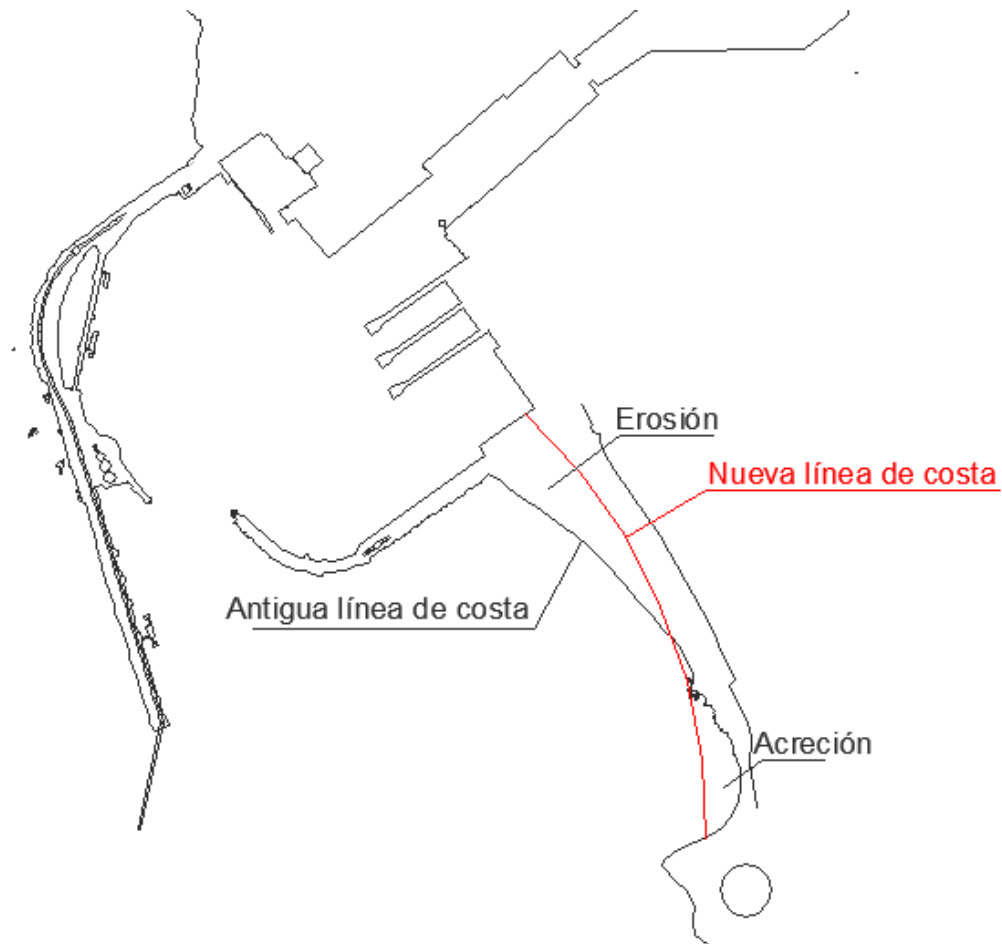


Figura 10: Trazado del perfil de costa remodelado

5. CONCLUSIONES

Según ha podido constatar, la redefinición del perfil de costa como consecuencia de la difracción no supone peligro alguno de cara a la posible entrada de sedimento en la bocana de entrada al recinto portuario. Ello se puede comprobar de forma directa observando que con la extensión del dique, el margen de resguardo que queda entre el morro de éste y el extremo aguas arriba (según dirección predominante del oleaje) de la playa de Matosinhos es de 1547 metros, distancia de seguridad suficientemente elevada que garantiza el correcto funcionamiento del acceso al puerto.

Finalmente, apuntar que el resultado obtenido no hace sino constatar las previsiones efectuadas inicialmente. Efectivamente, estamos ante una zona sin una

cantidad de sedimento lo suficientemente elevada como para que su potencial movilización suponga peligro alguno para la maniobrabilidad de las distintas embarcaciones. Éstas mantendrán en todo momento las condiciones de calado mínimo que requieren para su maniobrabilidad, pudiendo acceder al complejo ó bien salir de él sin riesgo de quedar encalladas por falta de profundidad necesaria.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 10

ESTUDIO DE CANTERAS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	MATERIAL NECESARIO	2
3.	CANTERAS DISPONIBLES	2
3.1.	CANTERA IBEROBRITA. S.A.	3
3.2.	CANTERA FEIFIL-FEIJÃO E FILHOS. S.A.	4
3.3.	CANTERA GRAVALIMA, Lda.	5
3.4.	CANTERA BRITAMINHO, Lda.	6
3.5.	CONCLUSIONES.....	6

1. INTRODUCCIÓN

La solución adoptada para el Proyecto de ampliación del puerto de Leixões consiste en una prolongación de 300m del dique de abrigo con un ángulo abierto de 30 grados con respecto al dique original. Los materiales empleados son de diversa naturaleza y de diverso tonelaje, por tanto, es necesario conocer la posición de las canteras más cercanas a la zona de estudio.

La cantera es el lugar de donde se saca la piedra para las obras. Siempre que sea posible, el material se extraerá de canteras ya existentes, puesto que las gestiones para la apertura de nuevas canteras requieren de plazos muy largos. La opción de abrir una nueva cantera sólo se debe considerar cuando:

- No existan canteras en la zona o cuando existiendo no tengan capacidad para suministrar las cantidades de piedra en los tamaños requeridos.
- Las características físicas o químicas de las piedras de las canteras existentes no sean las prescritas por el proyecto.
- El coste de la piedra de las canteras existentes no pueda ser asumido por la obra.
- Las condiciones de seguridad y/o salud no sean las idóneas.
- Las redes viales que conectan las canteras existentes con la obra no sean adecuadas o presenten una adecuación compleja, larga o costosa.

Con todo ello, cabe destacar que la disponibilidad de canteras cercanas al puerto es baja. A pesar de que Portugal tiene un muy elevado número de canteras, la mayoría de ellas explota únicamente granito, que no es el material necesario para el caso.

En este anejo se incluye un estudio de la posibilidad de canteras que pueden abastecer a la obra con una cantidad suficiente de material, mostrándose la distancia a la que se encuentran del puerto.

2. MATERIAL NECESARIO

La necesidad de material de cantera está definida en el apartado de mediciones correspondiente al Documento núm. 4 del presente proyecto. Dicha medición es:

- Poner las distintas escolleras

3. CANTERAS DISPONIBLES

Para elegir la cantera más adecuada, se debe comprobar que los materiales que se puedan extraer sean los requeridos por la obra y estudiar la distancia y tiempo de trayecto hasta la obra. En concreto, se tendrá en cuenta:

- Que las características físico-químicas del material satisfacen las condiciones del Pliego. En particular, la densidad de la piedra, ya que el peso es el factor más importante para combatir el oleaje.
- Que se puedan obtener las piedras de los tamaños y en las cantidades que la obra requiere.
 - Escolleras de cada uno de los pesos especificados
 - Todo-uno de cantera.

A continuación se muestran las cuatro canteras más cercanas a la obra que son capaces de proveer del material necesario, ordenadas de más a menos lejanas.

3.1.CANTERA IBEROBRYTA. S.A.

Distancia a la obra: 168 km

Tiempo de recorrido por carretera: 1h 32min.

Dirección: Rua da Pedreira, Barrocal. 3100-419 Pombal.

En la figura 1 se puede ver la localización de la cantera y el recorrido que se debe realizar para transportar el material a la obra.

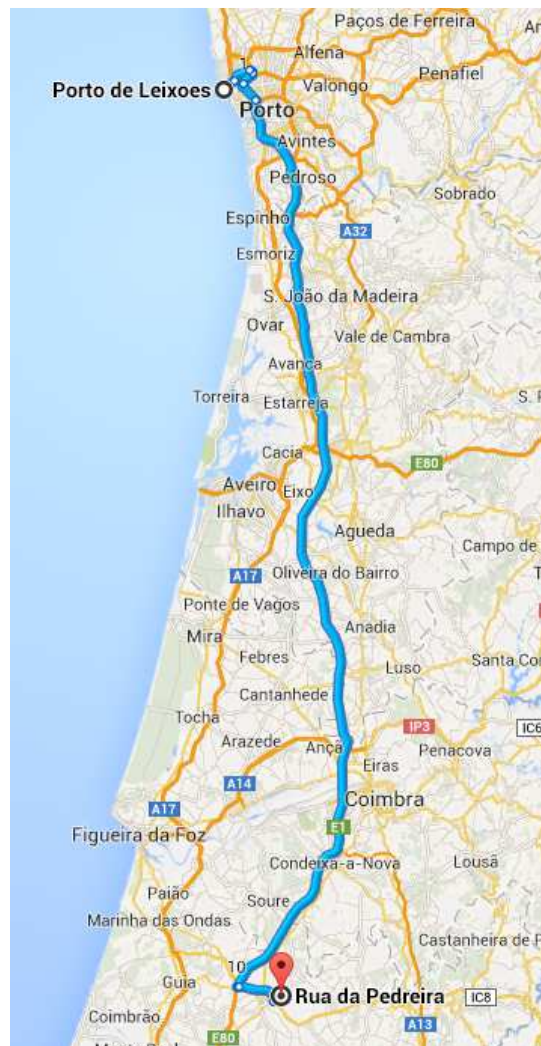


Figura 1: Recorrido desde la obra hasta la cantera Iberobryta. S.A.

3.2.CANTERA FEIFIL-FEIJÃO E FILHOS. S.A.

Distancia a la obra: 133 km

Tiempo de recorrido por carretera: 1h 20min.

Dirección: Variante Zona Industrial Coimbrões. 104/5, São João.

En la figura 2 se puede ver la localización de la cantera y el recorrido que se debe realizar para transportar el material a la obra.



Figura 2: Localización de la cantera FEIFIL-Feijão e Filhos. S.A.

3.3.CANTERA GRAVALIMA, Lda.

Distancia a la obra: 88.7 km

Tiempo de recorrido por carretera: 55 min.

Dirección: Arcozelo 4990-250. Ponte de Lima

En la figura 3 se puede ver la localización de la cantera y el recorrido que se debe realizar para transportar el material a la obra.



Figura 3: Localización de la cantera Gravalima, Lda.

3.4.CANTERA BRITAMINHO, Lda.

Distancia a la obra: 68,1 km

Tiempo de recorrido por carretera: 52 min.

Dirección: Rua 10 Junho 130. 4800-435, Gonça.

En la figura 4 se puede ver la localización de la cantera y el recorrido que se debe realizar para transportar el material a la obra.

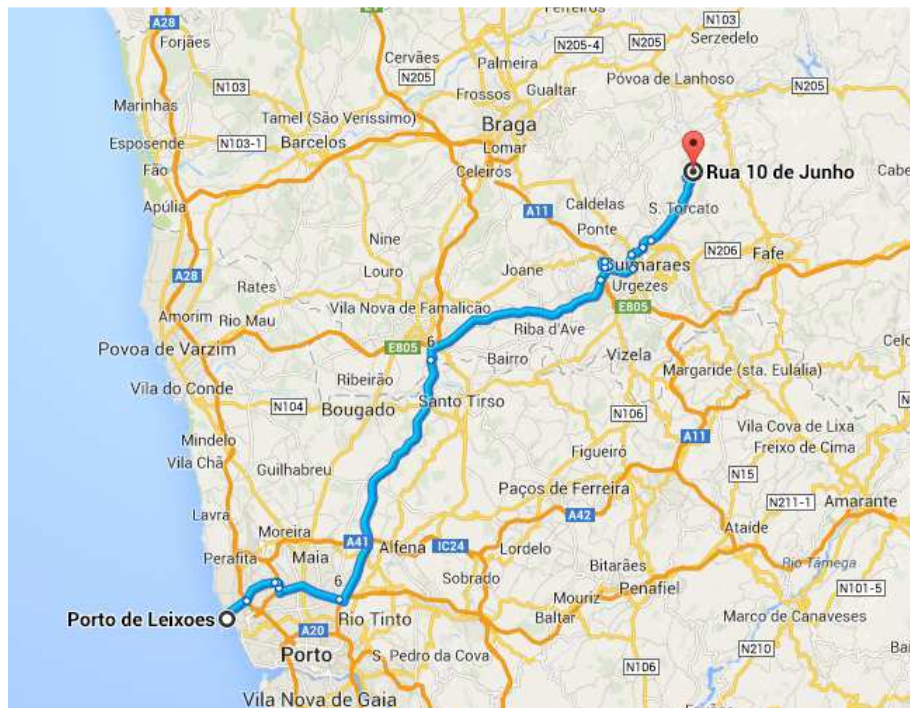


Figura 4: Localización de la cantera BRITAMINHO, Lda.

3.5.CONCLUSIONES

Los materiales de cantera necesarios en la obra se solicitarán a la empresa Britaminho, Lda., ya que la distancia kilométrica y tiempo de viaje son menores.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 11

ESTUDIO DE MANIOBRABILIDAD

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	SIMULADOR DE MANIOBRAS.....	2
3.	BUQUES DE PROYECTO	2
3.1.	BUQUE PEQUEÑO. Ro-ro 04 "Texas Barber". Buque Portacontenedores de 262m de eslora total.....	3
3.2.	BUQUE MEDIANO. Cntr 20 "KMSS Ultra". Buque Portacontenedores de 285m de eslora total.....	5
3.3.	BUQUE GRANDE. Cntr 21 "KMSS Daintry". Buque Portacontenedores de 295 m de eslora total.....	7
4.	VARIABLES AMBIENTALES.....	9
4.1.	AIRE.....	9
4.2.	OLEAJE	11
5.	SITUACIÓN ACTUAL.....	14
6.	MANIOBRABILIDAD EN LAS ALTERNATIVAS	15
6.1.	ALTERNATIVA 1. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200M CON UN ÁNGULO ABIERTO DE 30º.....	16
6.2.	ALTERNATIVA 2. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300M CON UN ÁNGULO ABIERTO DE 30º.....	18
6.3.	ALTERNATIVA 3: PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS MANTENIENDO LA ORIENTACIÓN.....	20
6.4.	ALTERNATIVA 4: PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS MANTENIENDO LA ORIENTACIÓN.....	22
7.	ANÁLISIS DE VIABILIDAD	24
8.	CONCLUSIONES.....	25

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente anejo es realizar un estudio de maniobras que permita determinar las dimensiones máximas admisibles para un buque que pretenda operar en el Puerto de Leixões verificando que la extensión del dique de abrigo no supone un impedimento a la navegación.

Para ello, se ha seguido un proceso de incrementar progresivamente el tamaño de los modelos (tres en total) con los cuales se ensayará la maniobra de entrada para los escenarios que se consideren como alternativa

Dado el alto coste económico de las obras públicas marítimas, y en particular la prolongación de los rompeolas, se someterán a prueba diversos escenarios que podrían constituir soluciones aceptables, lo que permite una evaluación más exhaustiva y un peso de la relación coste / beneficio de las obras de ejecución mejorando al tiempo la oferta del Puerto.

De esta forma, se pretende:

- 1) Definir cuál es el barco más grande que puede acceder el puerto teniendo en cuenta su geometría actual, realizando únicamente trabajos de dragado que permitan satisfacer las necesidades de calado de tales buques.
- 2) Definir cuál es el barco más grande que puede escalar Leixões al hacer cambios en la configuración de la infraestructura portuaria, especialmente en el rompeolas, el canal de acceso y dársena en el puerto exterior.
- 3) Se pretende realizar maniobras de acceso de buques tipo Post-Panamax, con las siguientes características:

Eslora total = 300 m

Manga = 40,2 m

Calado = 13,7 m,

Este es el tipo de buque considerado "navío de proyecto"

- 4) Identificar las limitaciones que existen para el acceso de los mayores buques permitidos, y ensayar maniobras para evaluar la efectividad de los cambios

en infraestructuras propuestos, con el objetivo de eliminar o reducir al mínimo las restricciones identificadas

- 5) Practicar maniobras en condiciones climáticas adversas de mar y viento habituales en Leixões, para determinar los límites de seguridad para la maniobras.

Para el desarrollo del siguiente anejo se ha empleado un simulador de maniobras cuyas características se describen a continuación.

2. SIMULADOR DE MANIOBRAS

Para el presente estudio se utiliza el simulador de maniobra POLARIS, desarrollado por la empresa noruega líder en simulación marina KONGSBERG.

El simulador trabaja a tiempo real y sus componentes principales son un puente de navegación dotado de todos los equipos y elementos necesarios para el control del buque y de su navegación mediante un sistema virtual de 360° con imágenes en 3D.

Los movimientos de la imagen responden a modelos matemáticos con los que se calcula la trayectoria del buque, su rumbo, velocidad, etc., mediante la resolución continuada de las ecuaciones del movimiento longitudinal, transversal y momento de giro del buque. El modelo tiene en cuenta características ambientales, como la influencia del viento, las olas y las corrientes.

3. BUQUES DE PROYECTO

Las simulaciones de maniobras se han realizado para tres buques de diferente tamaño para poder así acotar las dimensiones a partir de las cuales se presentan problemas en las maniobras.

A continuación se presentan las características de cada uno de los buques, ordenadas de menor a mayor tamaño.

Se ha considerado como buque de proyecto un portacontenedores porque es el barco más grande que tiene que hacer más maniobra para entrar, debido a la

localización del terminal de contenedores, que muestra la figura 11:



Figura 1: Localización de los Terminales de Contenedores en el puerto.

3.1.BUQUE PEQUEÑO. Ro-ro 04 "Texas Barber". Buque Portacontenedores de 262m de eslora total.

Mediante el simulador, se han introducido las características del buque pequeño, detalladas en la ficha técnica que muestra la figura 3, dando como resultado el modelo de la figura 2.



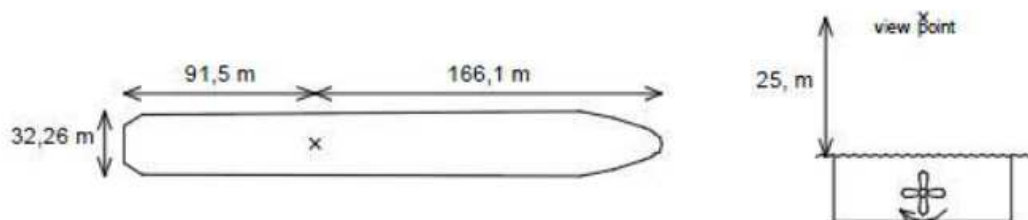
Figura 2: Modelo del buque pequeño realizado con el simulador

El buque pequeño se caracteriza por tener 262 metros de eslora total y 32.26 metros de manga.

PILOT CARD RORO02L

Ship's name <u>Barber Texas</u>		Date _____	
Call Sign _____	Deadweight _____ tonnes	Year built _____	
Draught aft <u>11,7</u> m <u>38</u> ft <u>6</u> in	Forward <u>11,7</u> m <u>38</u> ft <u>6</u> in	Displacement <u>68 360,</u> tonnes	

SHIP'S PARTICULARS			
Length overall <u>262,</u> m	Anchor chain: Port <u>23,1</u> shackles	Starboard <u>23,1</u> shackles	
Breadth <u>32,26</u> m	Stern <u>N/A</u> shackles		
Bulbous bow _____ (yes/no)	(1 shackle = <u>27.4</u> m = <u>15</u> fathoms)		



Type of engine	diesel	Maximum power		24 270 kW	32 998 hp
Manoeuvring engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)		
			Loaded	Ballast	
Full sea speed	94,0	0,937	20,5		
Full ahead	74,5	0,937	16,6		
Half ahead	51,0	0,937	11,5		
Slow ahead	38,3	0,937	8,6		
Dead slow ahead	27,5	0,937	6,1		
Dead slow astern	-27,5	0,937	Time limit astern _____ min:sec		
Slow astern	-38,3	0,937	Full ahead to full astern	01:56	min:sec
Half astern	-51,0	0,937	Max. No. of consecutive starts	>15	
Full astern	-85,0	0,937	Minimum RPM _____	_____	knots
			Astern power _____	_____	% ahead

Figura 3: Ficha Técnica y características del buque pequeño

3.2.BUQUE MEDIANO. Cntr 20 "KMSS Ultra". Buque Portacontenedores de 285m de eslora total.

Mediante el simulador, se han introducido las características del buque mediano, detalladas en la ficha técnica que muestra la figura 5, dando como resultado el modelo de la figura 4.



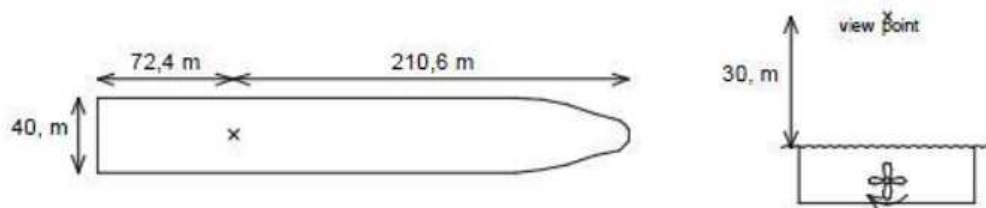
Figura 4: Modelo del buque mediano realizado con el simulador

El buque mediano se caracteriza por tener 285 metros de eslora total y 40 metros de manga.

PILOT CARD CNTNR21L

Ship's name <u>KMSS ULTRA</u>		Date _____	
Call Sign _____	Deadweight _____ tonnes	Year built _____	
Draught aft <u>12,7</u> m <u>41</u> ft <u>8</u> in	Forward <u>12,7</u> m <u>41</u> ft <u>8</u> in	Displacement <u>87 400</u> tonnes	

SHIP'S PARTICULARS			
Length overall <u>285</u> m	Anchor chain: Port <u>21,9</u> shackles	Starboard <u>21,9</u> shackles	
Breadth <u>40</u> m	Stern <u>N/A</u> shackles		
Bulbous bow _____ (yes/no)	(1 shackle = <u>27,4</u> m = <u>15</u> fathoms)		



Type of engine	diesel	Maximum power		49 106 kW	66 765 hp
Manoeuvring engine order	RPM	Pitch	Speed (knots)		
			Loaded	Ballast	
Full sea speed	106,0	1,023	26,5		
Full ahead	55,0	1,023	14,5		
Half ahead	45,0	1,023	12,0		
Slow ahead	35,0	1,023	9,0		
Dead slow ahead	25,0	1,023	6,5		
Dead slow astern	-25,0	1,023	Time limit astern _____ min:sec		
Slow astern	-35,0	1,023	Full ahead to full astern	00:36 min:sec	
Half astern	-45,0	1,023	Max. No. of consecutive starts	>15	
Full astern	-71,0	1,023	Minimum RPM _____	_____ knots	
			Astern power _____	_____ % ahead	

Figura 5: Ficha Técnica y características del buque mediano

3.3.BUQUE GRANDE. Cntr 21 "KMSS Daintry". Buque Portacontenedores de 295 m de eslora total.

Mediante el simulador, se han introducido las características del buque grande, detalladas en la ficha técnica que muestra la figura 7, dando como resultado el modelo de la figura 6.



Figura 6: Modelo del buque grande realizado con el simulador

El buque mediano se caracteriza por tener 294.1 metros de eslora total y 32.22 metros de manga.

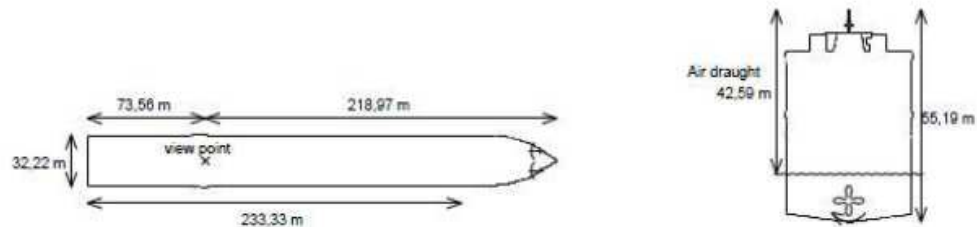
PILOT CARD

CNTNR20L
Version 11

Ship's name KMSS DAINTY Date _____
 Call Sign _____ Deadweight 55600 tonnes Year built _____
 Draught aft 12,6 m / 41 ft 4 in Forward 12,6 m / 41 ft 4 in Displacement 76540 tonnes

SHIP'S PARTICULARS

Length overall	<u>294,1</u> m	Anchor chain: Port	<u>21,9</u> shackles	Starboard	<u>21,9</u> shackles
Breadth	<u>32,22</u> m	Stern	_____ shackles		
Bulbous bow	No				(1 shackle = 27,432 m = 15 fathoms)



PROPULSION PARTICULARS

Type of engine Diesel Maximum power 46795 kW (63624 hp)

Manoeuvring engine order		RPM	Pitch	Speed (knots)	
				Loaded	Ballast
Full sea speed	1	102.0		25.0	
Full Ahead	0.8	53.0		13.4	
Half Ahead	0.5	44.0		11.2	
Slow Ahead	0.25	33.0		8.5	
Dead Slow Ahead	0.125	25.0		6.6	
Dead Slow Astern	-0.125	-25.0			
Slow Astern	-0.25	-33.0			
Half Astern	-0.5	-44.0			
Full Astern	-1	-71.0			
				Time limit astern _____ min:sec	
				Full ahead to full astern _____ min:sec	
				Max. No. of consecutive starts _____	
				Minimum RPM _____ knots	
				Astern power _____ % ahead	

Figura 7: Ficha Técnica y características del buque grande

4. VARIABLES AMBIENTALES

Para el estudio de maniobra se debe tener en cuenta las variables ambientales ya que de ellas depende en buena medida el movimiento que tomará el barco. Es por eso, que se debe estudiar tanto el viento como el oleaje.

4.1. AIRE

Durante el verano, el régimen de vientos toma unos rumbos más frecuentes en dirección N o NW, de entre 11 y 16 nudos, llegando a tomar en ocasiones valores de 22 a 30 nudos.

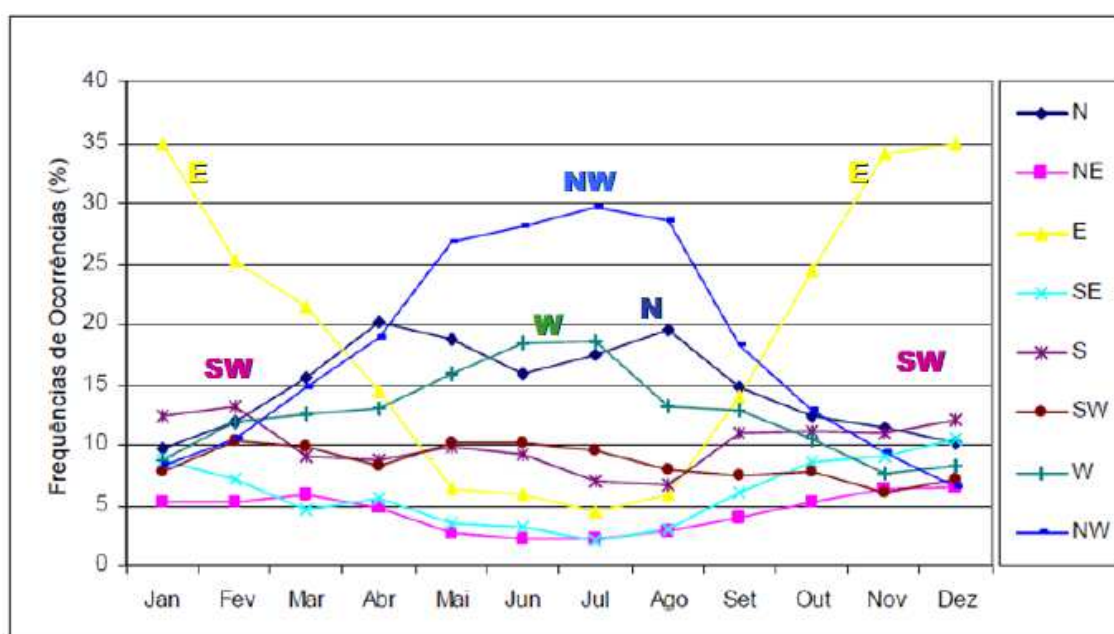


Figura 8: Frecuencias de ocurrencia de viento en cada uno de los cuadrantes en cada mes del año. Basado en datos del Instituto de Meteorología de 1961 a 1990

Se puede comprobar también que los vientos de S y SW se dan con mayor frecuencia, de un modo general en la época de primavera, tomando valores medios de 11 a 13 nudos. Estos vientos pueden alcanzar valores de 40 a 50 nudos, aunque con muy poca frecuencia (sólo ha ocurrido 11 veces en 20 años).

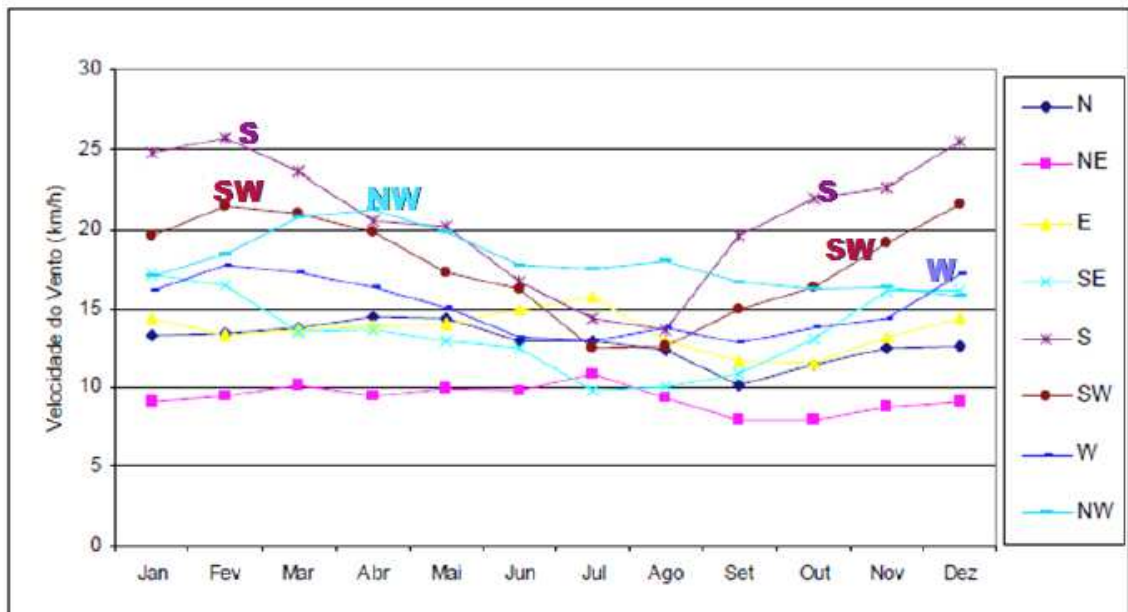


Figura 9: Velocidad media del viento, proveniente de cada uno de los cuadrantes en cada mes del año. Basado en datos del Instituto de Meteorología de 1961 a 1990

Tras realizar observaciones durante 23 años de los vientos, se realizó la siguiente tabla estimativa de ocurrencia según el rumbo (en porcentaje):

N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
31,7%	6,1%	14,8%	8,5%	12,0%	9,3%	4,6%	13,0%

Tabla 1: Régimen de vientos. Estimativas de ocurrencia por rumbos

Analizando de forma resumida las diversas fuentes, los vientos dominantes con mayor frecuencia de ocurrencia son los vientos de cuadrante N y NW en los meses de verano y los de S SW en los meses de invierno. Los vientos que provienen del E también tienen importancia, tanto por ocurrencia, como por intensidad. En la figura 10 se muestran los vientos con los que fueron ensayadas las maniobras (NW,SW,E).

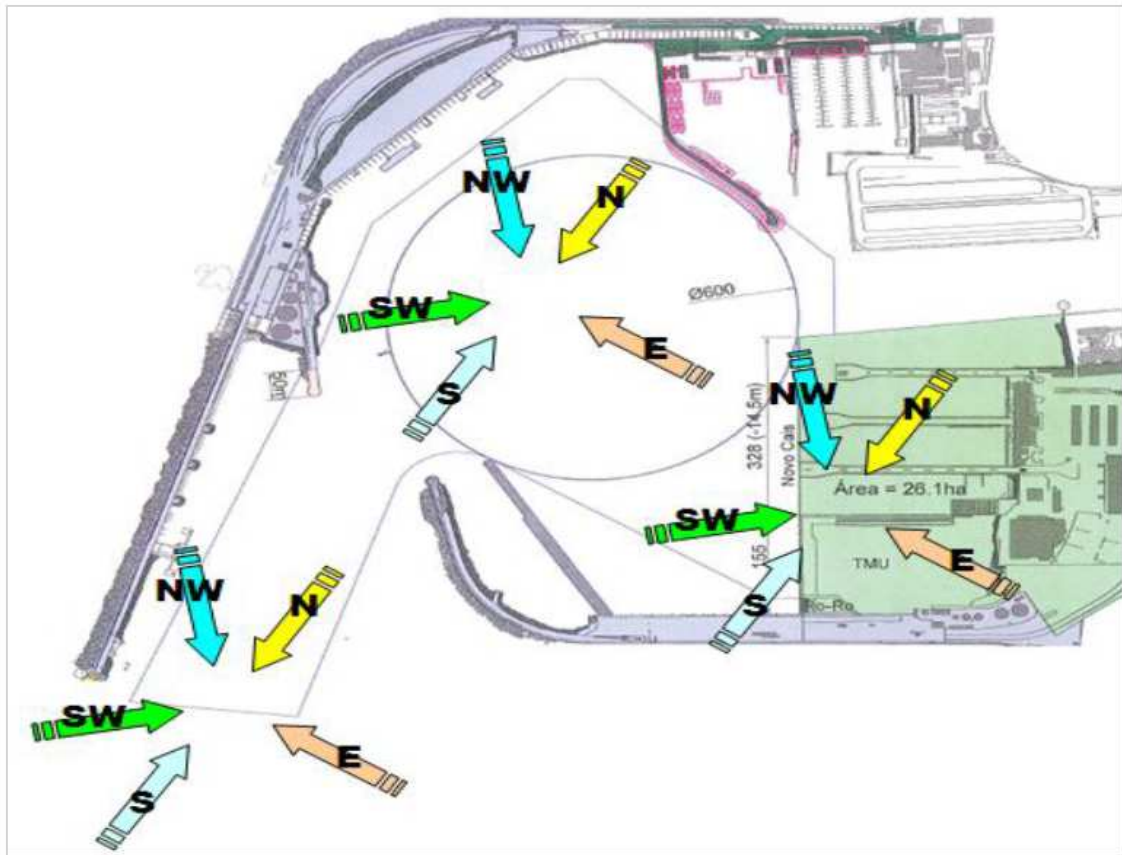


Figura 10: Direcciones de viento consideradas para el estudio de maniobrabilidad.

Se consideró el viento en las direcciones propuestas con 25 nudos de intensidad, posteriormente rebajado a 20 nudos y finalmente a 15 nudos debido a los graves problemas que se creaba a los buques.

4.2.OLEAJE

Según un estudio que la Autoridad Portuaria de Leixões encargó a la empresa CONSULMAR, la altura de ola significativa más frecuente se sitúa aproximadamente entre 1 y 2 metros, dándose alturas de ola superiores a 3m únicamente el 15% del año y por encima de 4 metros sólo en un 6%.

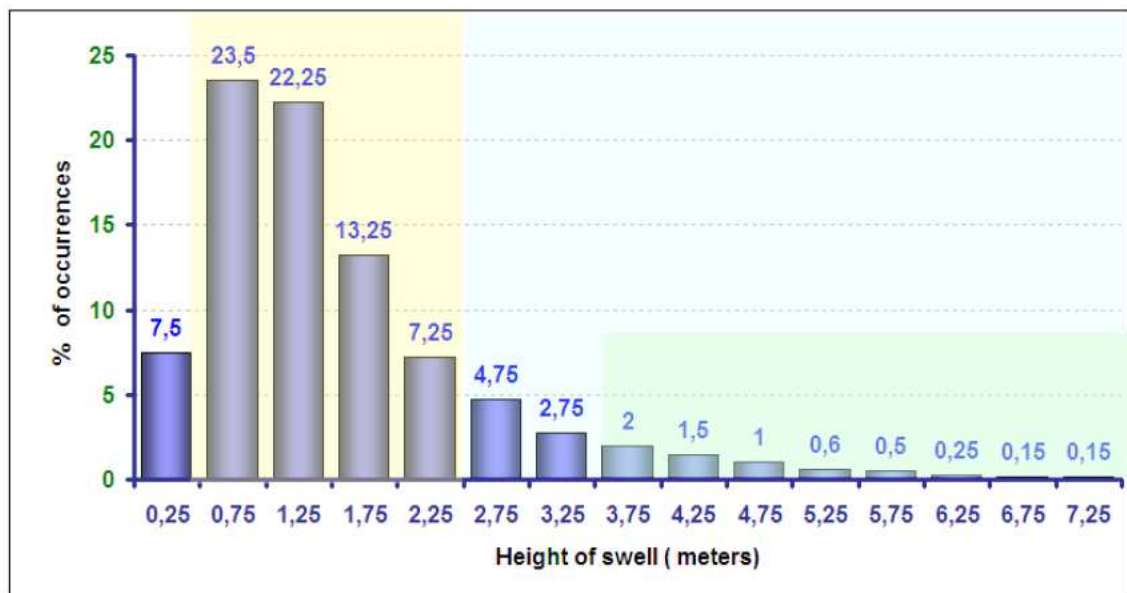


Figura 11: Gráfico de ocurrencia de alturas de ola significativas. Fuente: Consulmar

En cuanto al periodo del oleaje, se sitúa principalmente entre 6 y 18 segundos, teniendo valores más frecuentes en los intervalos de 7 a 12 segundos.

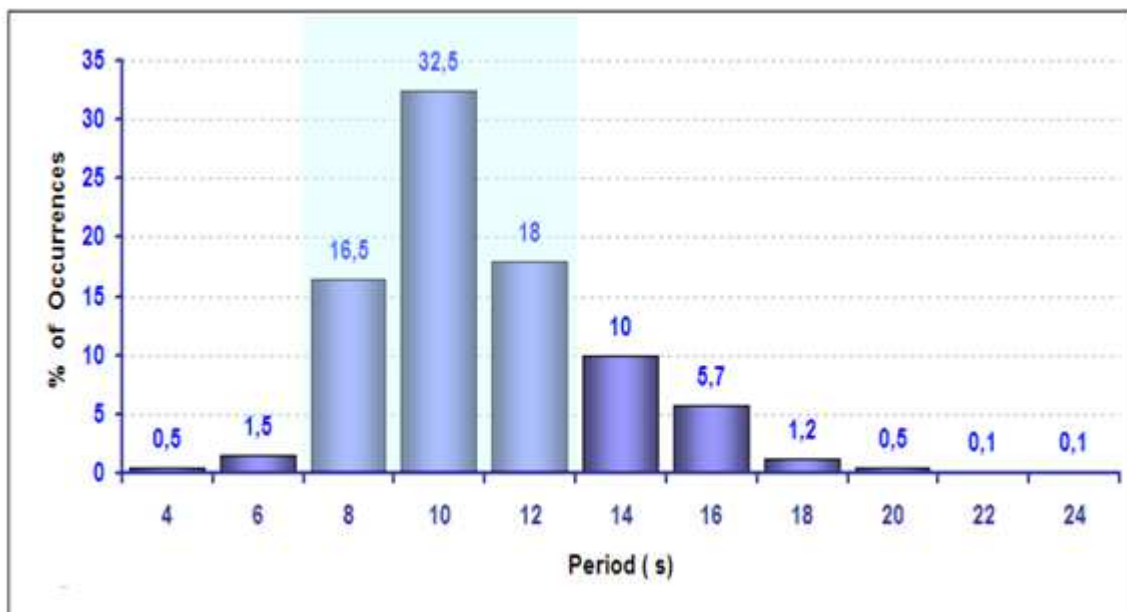


Figura 12: Gráficos de ocurrencia de periodo de oleaje. Fuente: Consulmar.

El mar de fondo presenta variaciones relevantes a lo largo del año, sobre todo en lo que se refiere a los periodos de invierno y de verano. En resumen, se pueden considerar las siguientes situaciones:

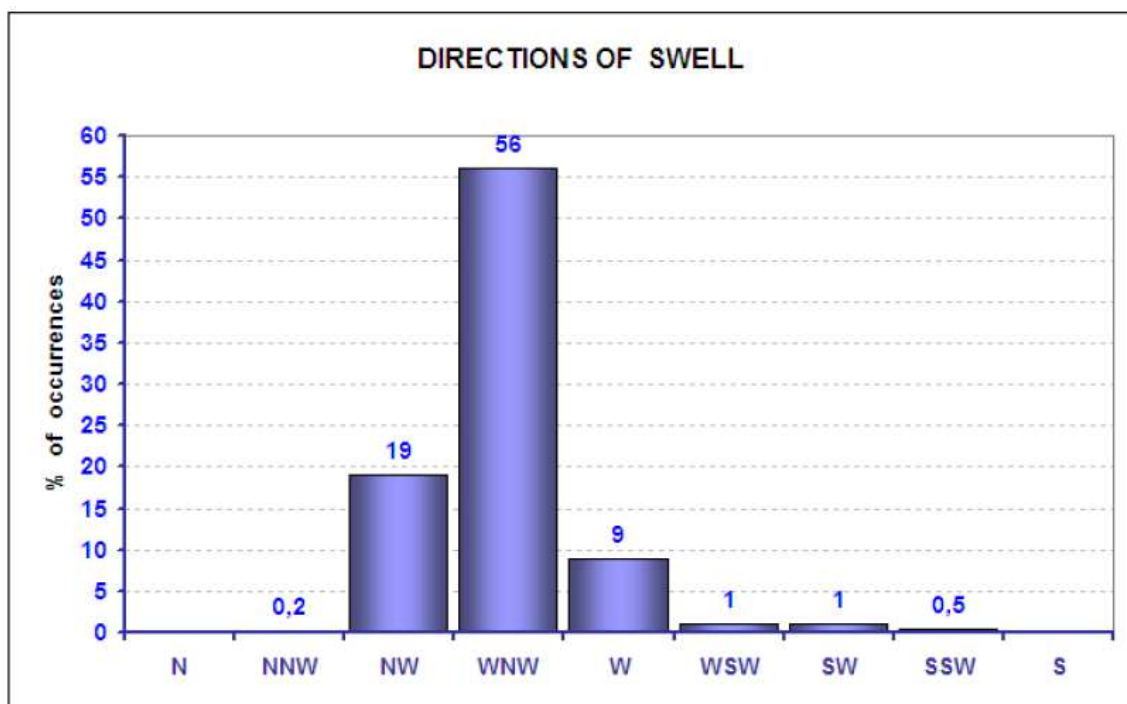


Figura 13: Gráficos de direcciones de aparición del swell. Fuente: Consulmar

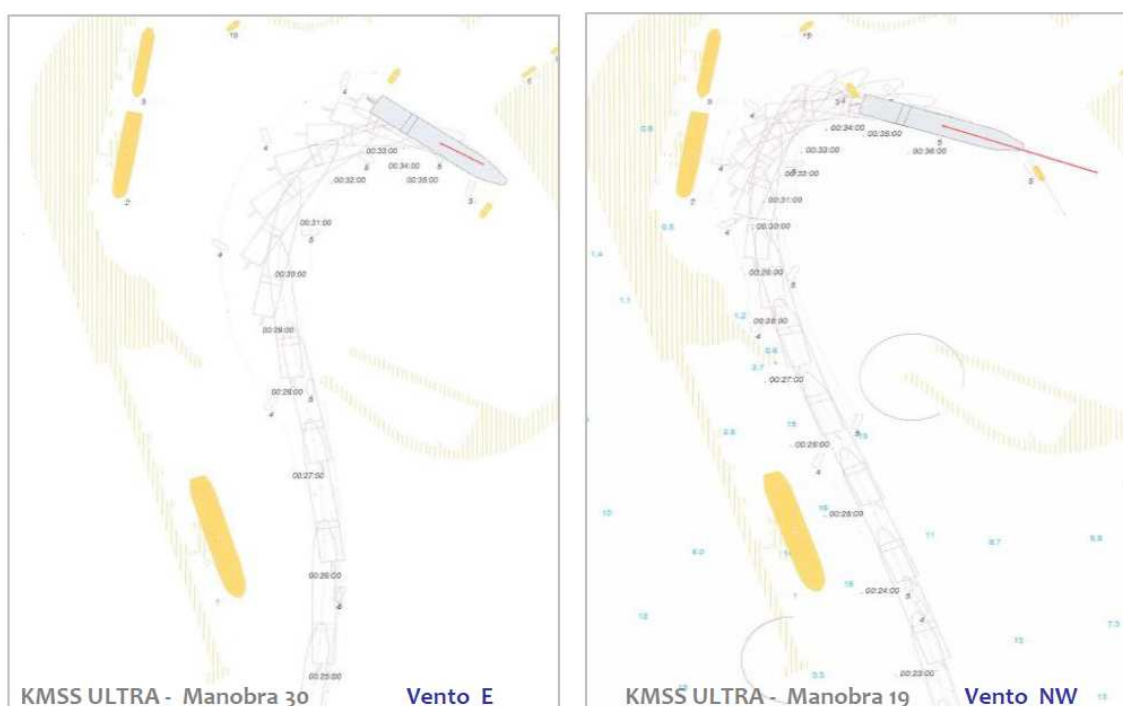
- **Mar de NW y WNW:** El oleaje de este cuadrante ocurre durante el 80% del tiempo. Las alturas son normalmente pequeñas, siendo en el periodo de verano del orden de 1 a 1,5 metros, con periodos de 7 a 8 segundos y en invierno de 2 a 3 metros de altura de ola significativa con periodos próximos a los 9 segundos.
- **Mar de W:** Se da principalmente en invierno y está asociado a temporales, normalmente presentando grandes alturas de ola, pudiendo sobrepasar los valores de 8 metros, en periodos de entre 8 y 16 segundos.
- **Mar de SW:** Principalmente trenes debidos a la aproximación y paso de distintos frentes o al estacionamiento de núcleos de depresión al SW de la Península Ibérica; generalmente se dan olas de 3 a 4 metros de altura significativa con periodos de 9 a 10 segundos.
- **Mar del NW, SW y E:** Se consideraron inicialmente olas de los tres cuadrantes propuestos de 4 metros de altura, pero esta altura fue rebajada hasta el valor de 2 metros por los problemas que causaban a los buques.

5. SITUACIÓN ACTUAL

Para los navíos de proyecto y las variables ambientales consideradas, la configuración actual del puerto muestra algunas deficiencias en la maniobrabilidad.

Para el buque pequeño (262 m x 32.2 m), la maniobra no presenta dificultades. En este caso, cuando se realiza correctamente la aproximación, la velocidad de entrada en la dársena puede ser controlada y no se precisa de más del 50% de la potencia de los propulsores del buque y de los remolcadores.

Para el buque mediano (285 m x 40 m), el canal de acceso resulta muy corto, con lo que cualquier pequeño error en la aproximación provoca un acercamiento excesivo a los muelles de entrada a la dársena y gran dificultad para reducir la velocidad. El problema se agrava con condiciones de viento del noroeste y del este.



Este navío a pesar de tener eslora menor a 300 m, debido a su manga de 40m tiene, para un mismo calado, un desplazamiento mayor.

De las 18 maniobras que se simularon con este navío, el 50% fueron clasificadas de inviábiles, siendo el otro 50% viable sólo para buenas condiciones climatológicas.

Para el buque grande, las maniobras son complicadas ya que se deben mantener

velocidades demasiado altas, por lo que el dique existente no permite una zona abrigada suficientemente extensa para establecer remolcadores y controlar el navío para la entrada.

En la figura 14 se muestra cómo se realiza la simulación de navegación para la situación actual.



Figura 14: Instantánea de la simulación donde se representa la entrada de un buque al puerto para la situación actual

6. MANIOBRABILIDAD EN LAS ALTERNATIVAS

Se ha realizado un estudio de maniobrabilidad para cada una de las alternativas estudiadas en el Anejo 07. La estrategia ha sido la prolongación del dique una cierta longitud y estudiando si mantener la orientación del dique o realizarla mediante una orientación 30º más abierta.

No se ha considerado la opción de prolongación mediante un ángulo cerrado, ya que con esa alternativa, la entrada y salida de buques sería impracticable.

6.1.ALTERNATIVA 1. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200M CON UN ÁNGULO ABIERTO DE 30°.

La primera alternativa propone un alargamiento del dique de abrigo una longitud de 200 metros, con un ángulo de 30° hacia el mar que se muestra en la figura 15.



Figura 15: Instantánea de la simulación donde se representa la entrada de un buque al puerto para la Alternativa 1.

El alargamiento y apertura con un ángulo de 30° facilita un poco la maniobra al poder empezar a reducir la velocidad antes que en la situación actual. Este beneficio repercute sobre el resultado de las maniobras realizados para los dos navíos más grandes, manteniendo los problemas de velocidad excesiva y acercamiento a las puntas de la bocana.

En general, las maniobras son más sencillas que en la situación actual, pero no son viables con vientos superiores a los 15 nudos, especialmente si son del SW. Son arriesgadas con ambos navíos.

En condiciones de NW se necesita hacer una maniobra inviable que conlleva que se llegue a la bocana con velocidad excesiva. Las maniobras con vientos del E siguen presentando dificultades.

En la figura 16 se muestra un ejemplo de simulación de maniobra para vientos de SW y NW.

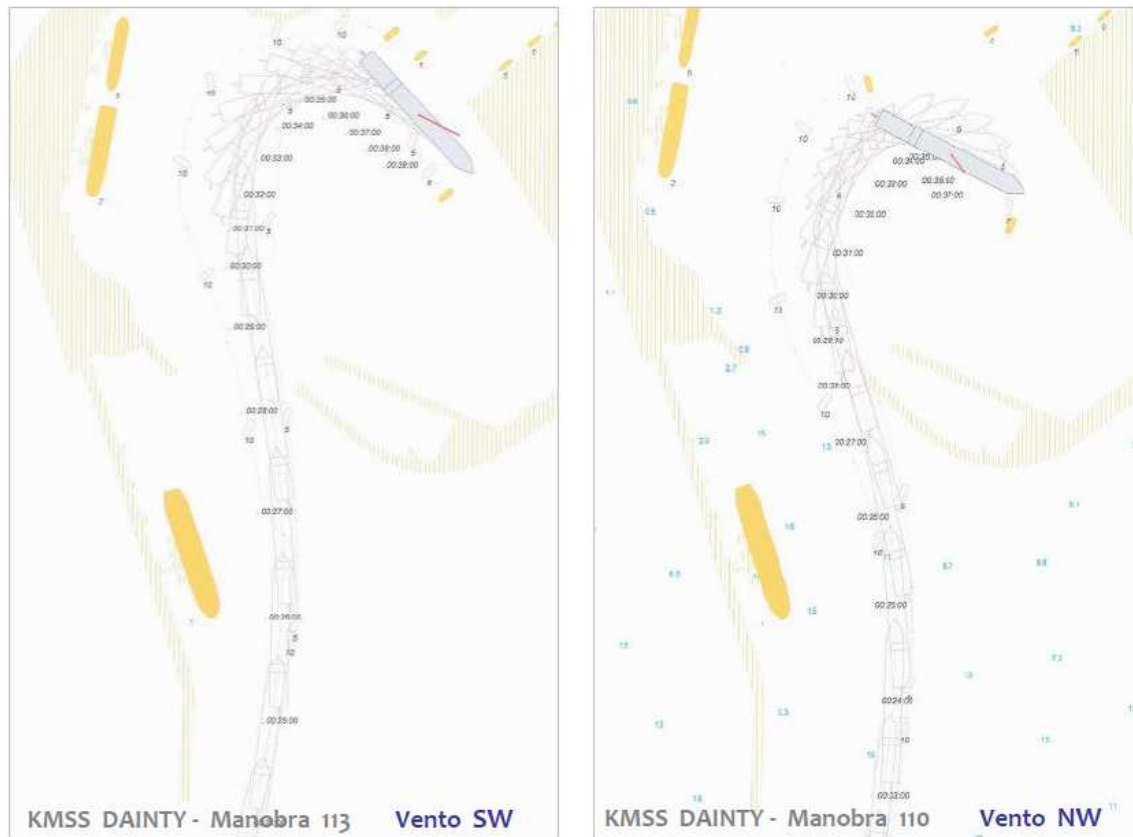


Figura 16: Ejemplo simulación de maniobra para vientos de SW y NW.

Se muestra un resumen de los resultados obtenidos en la Tabla 2.

Número de maniobras realizadas	29	
Éxito	14	48 %
Aceptables	4	14 %
Inviabiles	11	38 %

Tabla 2: Resultados obtenidos para la Alternativa 1

Las maniobras fueron realizadas con vientos de 15 nudos y alturas de ola de dos metros de altura.

6.2.ALTERNATIVA 2. PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300M CON UN ÁNGULO ABIERTO DE 30°.

La segunda alternativa propone un alargamiento del dique de abrigo una longitud de 300 metros, con un ángulo de 30° hacia el mar que se muestra en la figura 17.



Figura 17: Instantánea de la simulación donde se representa la entrada de un buque al puerto para la Alternativa 2.

El alargamiento de 300 metro con un ángulo cercano a 30° facilita la maniobra de aproximación, la navegación controlada por el canal y la entrada a la dársena, pareciendo más aconsejable para cualquiera de las direcciones de viento probadas por las siguientes razones:

Alarga el cono de aproximación al rompeolas, permitiendo aproximaciones con trayectorias más suaves.

Permite una zona de abrigo más extensa para que los remolcadores puedan establecerse con seguridad, garantizando que antes de pasar por el Terminal A ya se encuentren en situación de poder auxiliar.

Los beneficios de este alargamiento son visibles para ambos navíos, ya que la diferencia con otros escenarios es clara. En general, se mejoran las maniobras con

cualquier viento, y se puede considerar como el escenario más adecuado

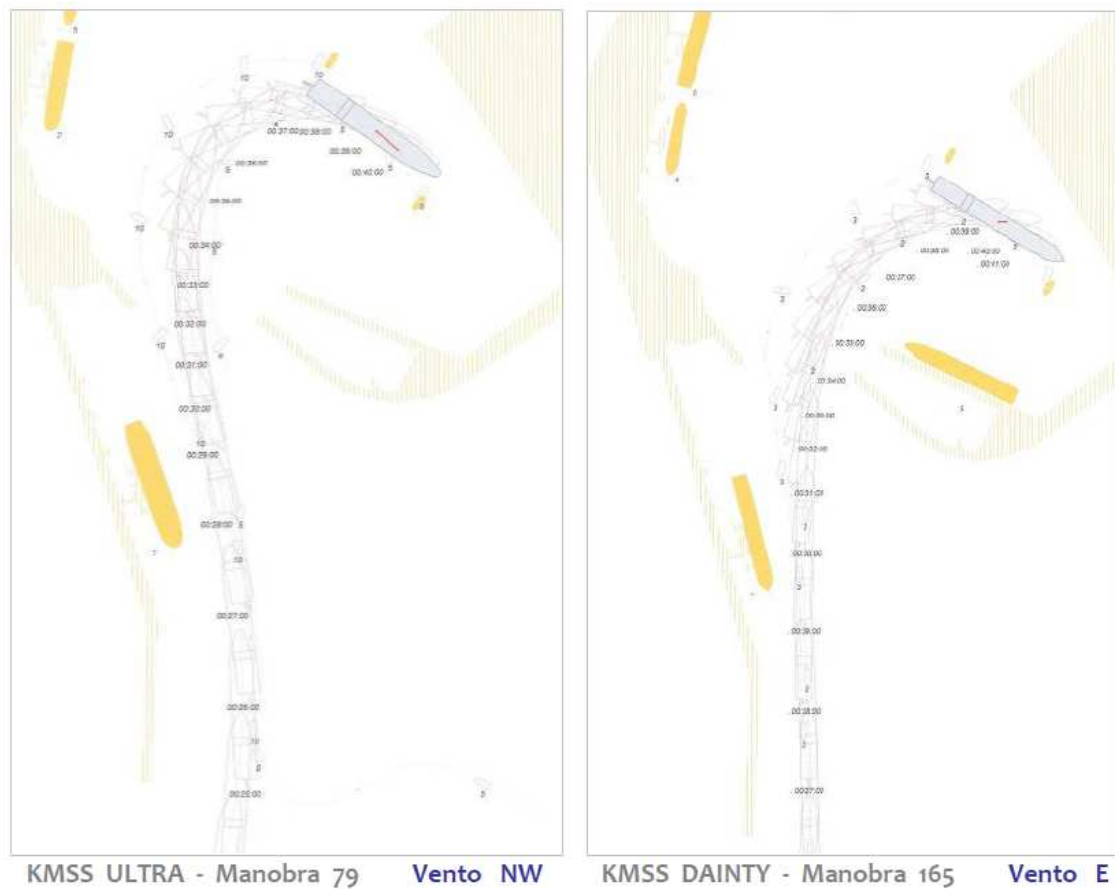


Figura 18: Ejemplo simulación de maniobra para vientos de NW y E.

En la Tabla 3 se muestra un resumen de los resultados obtenidos

Número de maniobras realizadas	41	
Éxito	32	78 %
Aceptables	-	-
Inviabiles	9	22 %

Tabla 3: Resultados obtenidos para la Alternativa 2

Las maniobras se realizaron bajo vientos de 15 nudos y alturas de ola significativa de 2 metros.

6.3.ALTERNATIVA 3: PROLONGACIÓN DEL DIQUE 200 METROS MANTENIENDO LA ORIENTACIÓN.

La tercera alternativa propone un alargamiento del dique de abrigo una longitud de 200 metros manteniendo la orientación del dique inicial, que se muestra en la figura 19.



Figura 19: Instantánea de la simulación donde se representa la entrada de un buque al puerto para la Alternativa 3

En esta alternativa, con vientos de NW y SW y de 15 nudos los buques se ven obligados a entrar en el canal con una velocidad excesiva para mantener el gobierno del buque, lo que hace que éste llegue a la zona entre muelles con demasiada velocidad. Nos encontramos con una situación similar a la de la situación actual, aunque ligeramente mejor ya que se puede empezar a reducir la velocidad algo antes. De todas formas, persisten las dificultades de gobierno y velocidad excesiva.

Este problema se hace más notable en condiciones de viento del este, en las que se da un acercamiento excesivo al contradique que conlleva una trayectoria muy cercana al Muelle Sur.

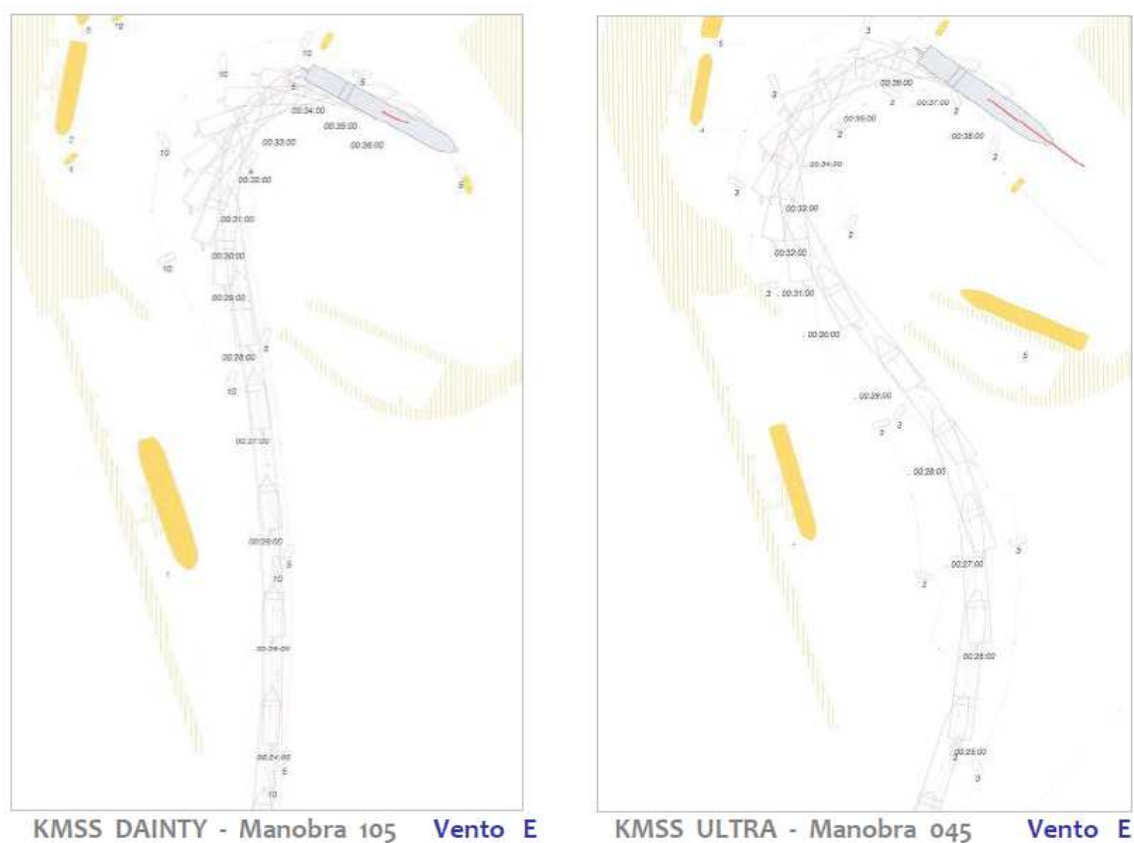


Figura 20: Ejemplo simulación de maniobra para vientos de E

En la tabla 4 se muestra los resultados obtenidos:

Número de maniobras realizadas	30	
Viable	11	37 %
Aceptables	7	23 %
Inviabiles	12	40 %

Tabla 4: Resultados obtenidos para la Alternativa 3

6.4.ALTERNATIVA 4: PROLONGACIÓN DEL DIQUE 300 METROS MANTENIENDO LA ORIENTACIÓN.

La cuarta alternativa propone un alargamiento del dique de abrigo una longitud de 300 metros manteniendo la orientación del dique inicial, que se muestra en la figura 21.



Figura 21: Instantánea de la simulación donde se representa la entrada de un buque al puerto para la Alternativa 4

El alargamiento de 300 metros favorece el espacio para la reducción de la velocidad antes de alcanzar la bocana interior. Al hacerlo con la misma dirección que el rompeolas actual, el ángulo de entrada resulta más exigente a la hora de gobernar en la aproximación.

Las dificultades se hacen más evidentes en condiciones de viento E y SW. A pesar de ello, mejora las condiciones respecto a la situación inicial y la Alternativa 3, ya que aumenta el área abrigada (Shelter), disponiendo de mayor espacio para el control del buque, especialmente con viento del NW, que permite mantener velocidades más bajas. Con vientos del E, el dique no protege y hay bastantes problemas.

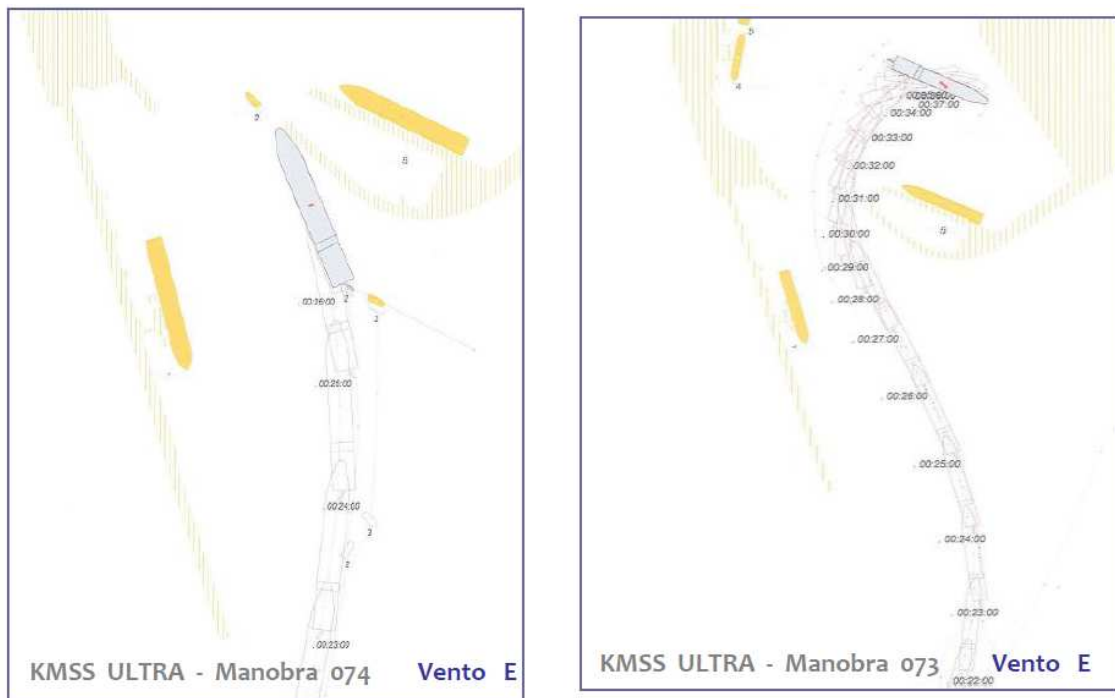


Figura 22: Ejemplo simulación de maniobra para vientos de E

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos del análisis de maniobras:

Número de maniobras realizadas	33	
Inviabiles	18	55%

Tabla 5: Resultados obtenidos para la Alternativa 4

Nótese que esta alternativa es la que muestra mayor porcentaje de maniobras inviables.

Las maniobras evaluadas se efectuaron bajo vientos de 15 nudos y alturas de ola de 2 metros.

7. ANÁLISIS DE VIABILIDAD

Para la realización de un análisis de viabilidad se ha asignado a cada maniobra un valor, del 1 al 5, en función de la percepción del maquinista en la ficha correspondiente, siguiendo el siguiente criterio:

Valoración	Criterio	Puntuación
Muy segura	No presenta problemas relevantes de seguridad. Viable incluso si se produjeran fallos	5
Segura	Posible aunque se produjera algún fallo en un remolcador	4
Viable	Sólo posible si se dispone de los remolcadores y no fallan	3
Peligrosa	Peligrosa aún disponiendo de remolcadores	2
Inaceptable	No se debe realizar	1

Figura 23: Valoración para cada alternativa

Con esta base, se le asignó una puntuación a cada maniobra realizada, obteniendo para cada alternativa la siguiente puntuación:

- Situación Actual 3.6
- Alternativa 1 3.3
- Alternativa 2 3.9
- Alternativa 3 3.4
- Alternativa 4 2.9

Cabe destacar que el alto valor de la situación actual se debe a que sólo se analizó con el buque menor y las condiciones de viento fueron en media más duras.

Tal y como se aprecia, el escenario más favorable es la Alternativa 2, con una media cercana al 4.

8. CONCLUSIONES

Para concluir, por lo expuesto anteriormente, el escenario más aconsejable para la maniobra se considera es la Alternativa 2 para vientos de hasta 15 nudos, por garantizar:

- Aproximación al muelle con mayor resguardo.
- Rotación más anticipada y progresiva para la alineación del buque.
- Régimenes más bajos de velocidad y control del rumbo
- Aumento de la zona abrigada para control del navío.
- Establecer los remolques con mayor anticipación y efectividad de su fuerza de tracción por estar abrigados.

VIABLES		INVIABLES		ACEPTABLES	
SA	78%	SA	55%	SA	25%
A1	50%	A1	40%	A1	23%
A2	48%	A2	38%	A2	15%
A3	37%	A3	25%	A3	14%
A4	30%	A4	22%	A4	0%

Tabla 6: Viabilidad de las operaciones en función de la alternativa

Los vientos superiores a 15 nudos en todas las alternativas, obligarían a maniobrar el buque con una velocidad excesiva, lo que haría que la navegación en el canal de entrada no estuviera suficientemente controlada.

El 74 % de las maniobras que se califican como inviables, ocurrieron con vientos superiores a 15 nudos y con oleaje superior a 2 metros de altura de ola significativa.

De las maniobras viables, el 82 % ocurrieron con velocidades de viento hasta los 15 nudos y con altura de ola menor a 2 metros. Sólo un 10% se dieron con vientos superiores.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 12

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO	1
1.2.	MARCO LEGAL.....	1
2.	OBJETO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN.....	3
2.1.	OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
2.2.	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN.....	3
2.3.	PRINCIPALES UNIDADES DE EJECUCIÓN	4
2.3.1.	Demolición del material del morro del dique actual.....	4
2.3.2.	Construcción de 300 m de dique en talud	4
3.	DIAGNOSIS PREVIA DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO.....	6
3.1.	SELECCIÓN DE LOS VECTORES AMBIENTALES AFECTADOS Y JUSTIFICACIÓN	6
3.2.	MEDIO SOCIOECONÓMICO.....	6
3.3.	AIRE	8
3.4.	RUIDO	13
3.5.	AGUAS	13
3.6.	SEDIMENTOS	15
3.7.	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.....	15
3.8.	ECOSISTEMAS.....	15
3.9.	PAISAJE	16
4.	IMPACTOS POTENCIALES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE.....	17
4.1.	SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO	17
4.2.	SOBRE EL AIRE.....	18
4.3.	SOBRE EL RUIDO	19
4.4.	SOBRE LAS AGUAS.....	19

4.5.	SOBRE LOS SEDIMENTOS	19
4.6.	SOBRE LA GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	20
4.7.	SOBRE EL PAISAJE.....	20
5.	MEDIDAS GENERALES EN FASE DE EJECUCIÓN	20
5.1.	SOBRE EL REPLANTEO	20
5.2.	SOBRE LA PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES.....	21
5.3.	SOBRE LA LOCALIZACIÓN Y CONTROL DE ZONAS DE INSTALACIONES Y PARQUE DE MAQUINARIA	21
5.3.1.	Sobre las instalaciones	22
5.3.2.	Sobre los parques de maquinaria	22
5.4.	SOBRE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS.....	22
5.4.1.	Residuos no especiales asimilables a municipales	23
5.4.2.	residuos no especiales	24
5.4.3.	Residuos especiales.....	24
5.5.	SOBRE CONTROL DE ACCESOS TEMPORALES Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIA	26
5.6.	SOBRE EL DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES Y LIMPIEZA DE ZONA DE OBRA	26
6.	MEDIDAS ESPECÍFICAS ANTES DEL INICIO DE LA OBRA	27
6.1.	Redacción del Plan de Gestión Ambiental	27
6.2.	Reconocimiento del terreno	27
7.	MEDIDAS ESPECÍFICAS: DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA	28
7.1.	Sobre el medio socioeconómico	28
7.2.	Sobre la calidad del aire	29
7.3.	Sobre la presión sonora	30
7.4.	Sobre las aguas	31

7.5.	Sobre el paisaje	32
7.6.	Sobre el medio abiótico terrestre.....	33
7.6.1.	Afección por vertidos accidentales	33
7.6.2.	Sobre las aguas residuales asimilables a urbanas.....	34
7.6.3.	Drenajes pluviales	34
7.7.	Sobre el medio biótico terrestre.....	35
7.8.	Sobre el medio marino.....	35
7.9.	Sobre cetáceos y quelonios	35
7.10.	Sobre el patrimonio cultural	35
8.	DEFINICIÓN DE LAS MEDIDAS DE VIGILANCIA	36
8.1.	CONTROL DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA	36
8.2.	CONTROL SOBRE LOS RESIDUOS.....	37
8.2.1.	Sobre residuos asimilables a urbanos	37
8.2.2.	Sobre los residuos no peligrosos.....	37
8.2.3.	Sobre los residuos peligrosos.....	37
8.3.	SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE	38
8.4.	SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS MARINAS	39
8.5.	SOBRE EL MEDIO BIOLÓGICO	41
8.5.1.	Control de no afección a la fauna.....	41
8.5.2.	Cetáceos y Quelónios	41
9.	MEDIDAS PARA EL FOMENTO DE LA SOSTENIBILIDAD	42
9.1.	Gestión de residuos generados.....	42
9.2.	Materiales	42
9.3.	Ahorro de agua	43
10.	CONCLUSIONES	43

1. INTRODUCCIÓN

1.1.OBJETO DEL PRESENTE DOCUMENTO

El presente documento tiene por objetivo el estudio de los posibles impactos medioambientales que supone la ejecución del proyecto de Ampliación del Puerto de Leixões y las medidas correctoras que se proponen para la mitigación o supresión de estos impactos negativos al medioambiente.

Teniendo en cuenta todas las acciones susceptibles de producir impacto ambiental se proponen medidas encaminadas a la protección del entorno, la prevención, y la corrección de aquellos impactos ambientales que exige la adecuación de medidas preventivas o correctoras.

En este apartado se proponen y definen las medidas correctoras y/o protectoras que serán de aplicación tanto en fase de ejecución como de explotación del proyecto.

Se divide ese apartado en dos grandes subgrupos, el primero dedicado a medidas generales, referidas a la localización y ejecución general del proyecto y que se centran en la fase de obras, y un segundo subgrupo dedicado a medidas específicas, más definidas y que incluyen tanto la fase de obras como la fase de explotación.

1.2.MARCO LEGAL

Las normas y las leyes aprobadas a lo largo de los años buscan potenciar una mayor implicación de los ciudadanos en el proceso de toma de decisión, garantizando la participación al público, una amplia divulgación y disponibilidad de la información, así como de acceso a la justicia.

Las modificaciones de las normas en referencia a la participación del público y divulgación de la información facilitan y clarifican la tramitación del proceso de de EIA y permiten la participación más activa de los ciudadanos.

La Lei de Bases do Ambiente, define el ambiente como “el conjunto de los sistemas físicos, químicos, biológicos y sus relaciones con el medio social, económico o cultural con efecto directo directo o indirecto, inmediato o no inmediato, sobre los seres vivos

y la calidad de vida del hombre” y como siendo componentes naturales del ambiente el aire, la luz, el agua el suelo, el subsuelo, la flora y la fauna, le compete al hombre “asegurar la defensa de la calidad apropiada de los componentes ambientales naturales”.

La memoria se redacta en cumplimiento de las directrices que marca la Agência Portuguesa do Ambiente que estipulan que la Evaluación de Impacto Ambiental está consagrada en los artículos 30º y 31º de la Lei de Bases do Ambiente (Lei nº.11/87, de 7 de abril).

El actual régimen jurídico de Impacto Ambiental se encuentra substituido por el Decreto-Lei nº.151-B/2013, de 31 de octubre, que transpone para la orden jurídica interna la Directiva nº.2011/92/UE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de los efectos de determinados proyectos públicos y privados en el ambiente. (codificación de la Directiva n.º 85/337/CEE, del Consejo de 27 de junio de 1985).

El Decreto - Lei n.º 151-B/2013 refleja también los compromisos asumidos por el Governo Português en el cuadro de la Convención sobre la Evaluación de los Impactos Ambientales en un contexto Transfronterizo (Convención de Espoo), aprobada por el Decreto n.º 59/99, de 17 de diciembre.

Este Diploma, que entró en vigor el 1 de noviembre de 2013, derroga el Decreto-Lei n.º 69/2000, de 3 de mayo, alterado y republicado por el Decreto-Lei n.º 197/2005, de 8 de noviembre. Con todo esto, hasta el momento, existen los Decretos:

- Decreto n.º 330/2001, de 2 de abril, que fija las normas técnicas para la elaboración de la Proposta de Definição de Âmbito (PDA), Estudo de Impacte Ambiental (EIA), Relatório de Conformidade Ambiental do Projeto de Execução (RECAPE), critérios para la elaboración de Resumos Não Técnicos do EIA (RNT) e estrutura dos Relatórios de Monitorização (Informes de Monitorización);
- Decreto n.º 1102/2007, de 7 de septiembre, modificado por el Decreto n.º 1067/2009, de 18 de septiembre, que fija os valores de las tasas a cobrar en

el ámbito del proceso de AIA.

2. OBJETO Y DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN

2.1.OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de Ampliación del Puerto de Leixões tiene como objeto dar una solución a los problemas de agitación detectados en el puerto en los últimos años y que complican las operaciones de carga y de descarga de los navíos que atracan en el Puesto de Atraque A de la Terminal de Petroleros.

Según se recoge ampliamente en el Anejo 05. Agitación, con la configuración actual de la planta del puerto se registran valores de altura de ola de 1.5 metros.

Por otro lado, los últimos temporales registrados provocaron daños materiales importantes en el dique de abrigo norte del puerto. El principal problema es la movilización de un gran número de elementos artificiales tipo "tetrápodo" que conforman el manto principal.

Por tanto, está justificado realizar actuaciones para reducir los problemas de agitación y aumentar la protección del Puerto de Leixões frente a temporales.

2.2.DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ACTUACIÓN

A grandes rasgos, la actuación se basa en realizar dos actuaciones principales:

- Demolición del morro del dique existente.
- Construcción de 300 m de dique de abrigo en talud, prolongados con un ángulo de abierto de 30 grados con respecto al dique existente.

La prolongación del dique de abrigo exige la demolición morro del dique actual y cabe destacar que el material que forma dicho morro se coloca en el nuevo dique. Éste está formado por un núcleo de todo uno, seguido de una primera capa filtro de escollera de 0.48 tn, un segundo filtro de escollera de 7.2 tn y un manto principal de bloques cúbicos de hormigón de 108 tn. Por tanto, materiales válidos y óptimos para la nueva sección del dique de abrigo.

2.3.PRINCIPALES UNIDADES DE EJECUCIÓN

Para realizar las actuaciones descritas en el apartado anterior, se realizarán las siguientes actividades:

2.3.1. Demolición del material del morro del dique actual.

- Retirada de los tetrápodos con la ayuda de buzos y una grúa situada sobre pontona flotante.
- Retirada de la escollera de y colocación en el nuevo dique siguiendo el mismo sistema.

2.3.2. Construcción de 300 m de dique en talud

- Adecuación de la superficie.
- Movimiento de los bloques necesarios del morro del dique existente para el acceso seguro de la maquinaria.
- Vertido del todo uno que forma el núcleo del nuevo dique de abrigo y verificación continua mediante eco-onclas de la sección.
- Colocación del material de la siguiente capa del área ABCDF (Figura 1) con ayuda de una retroexcavadora situada sobre la superficie de la plataforma de relleno, sin aproximarse al borde del talud para evitar los deslizamientos del material que pueden producir accidentes. C es el punto más alejado de B, que la máquina alcanza y CD es la línea de talud natural del material 3H:2V.
- Colocación del material de la misma capa pero del área CDE. Debido a que el calado, el volumen de material a colocar y la distancia a la que se sitúan son reducidos, la colocación puede hacerse con grúa y bandeja.
- Con la misma sistemática se colocan las capas sucesivas del manto (ver Figura 1).
- Finalmente, se coloca el material del borde superior externo del manto.

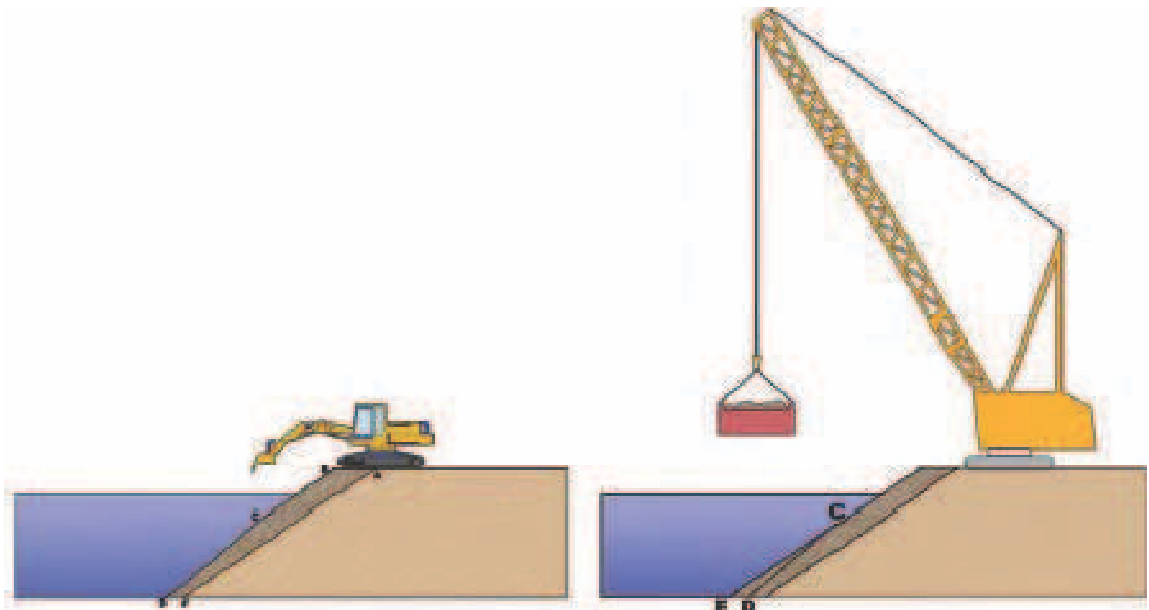


Figura 1: Colocación con retroexcavadora y con grúa

En este caso, el procedimiento de elevación de los bloques cúbicos de hormigón será mediante pinzas, mecanismos que sujetan las piezas por los laterales y ejercen una presión sobre ellas que posibilita su elevación por rozamiento:

- Dos caras laterales opuestas de la pieza tienen que estar exentas tanto para la elevación como para la colocación.
- Las operaciones son muy rápidas.
- Necesita muy poca mano de obra.
- El diseño y construcción de las pinzas para el parque de fabricación, los acopios y la colocación de las piezas es costoso. Se debe disponer, por lo menos, de una pinza de repuesto de cada tipo -las pinzas para la colocación de las piezas son más robustas que las usadas para la manipulación-.
- El peso de las pinzas obliga a disponer de grúas con capacidad de carga suficiente para el peso conjunto de la pieza y de la pinza.

Existen una gran variedad de modelos de pinzas y con alguna de ellas se pueden recuperar bloques ya colocados.

La secuencia de colocación de los bloques cúbicos de escollera artificial es:

- Comprobar la geometría de la capa de escollera sobre la que asienta y, en su

caso, rectificar la misma.

- Colocar las piezas a partir de una malla predeterminada y confeccionar un listado con las piezas a colocar con indicación del orden, el número de fabricación de cada pieza y las coordenadas del punto donde se debe situar.
- Introducir los datos en el programa informático para dirigir los movimientos robotizados de la grúa en la colocación de las piezas.

3. DIAGNOSIS PREVIA DEL MEDIO AMBIENTE AFECTADO

3.1. SELECCIÓN DE LOS VECTORES AMBIENTALES AFECTADOS Y JUSTIFICACIÓN

Por los motivos expuestos en el marco legal, sobre el conjunto de aspectos legales que teóricamente se deben incluir según los "Guías Metodológicas para a Elaboração de Estudos de Impacte Ambiental" se han seleccionado únicamente aquellas variables que directa o indirectamente puedan resultar afectadas por las obras y/o puesta en servicio de la Ampliación del Puerto de Leixões. Así pues, aunque a priori se prevé una baja repercusión ambiental, se ha seleccionado el medio socioeconómico (que incluye la población), la atmósfera, las aguas y el paisaje, como los principales sectores afectados.

3.2. MEDIO SOCIOECONÓMICO

La zona de estudio se encuentra situada entre el municipio de Matosinhos (41º 11' N, 8º 42' W) que pertenece al área metropolitana de la ciudad de Oporto, al norte de Portugal.

El puerto se localiza en una región extremadamente rica en industria, sirviendo a todo el tercio empresarial de la Região Norte del país para el transporte de mercancías y materias primas. El puerto tiene una fuerte vocación exportadora de bienes de consumo (sobre todo para la industria textil) y equipamientos. En términos de volumen, el puerto de Leixões es responsable del transporte de cerca del 65% de las exportaciones y el 81% de las importaciones de las mercancías a partir del Área

Metropolitana do Porto, sin embargo, en términos de flujos de valor, es el transporte viario que asume la mayoría, y la tendencia es creciente.

Esta tendencia refleja la vocación de la vía marítima para el transporte de mercancías de elevado peso específico, graneles o grandes lotes.

Además, el puerto genera una actividad considerable, dado que está abierto las 24h del día todos los días del año, y sus instalaciones se sitúan entre las más avanzadas del momento.

Las instalaciones del Puerto de Leixoes están delimitadas por el Norte con la playa de Leça, por el Sur con la playa de Matosinhos, por el Este por el Municipio de Matosinhos y por el Oeste con el Océano Atlántico.

A partir de finales de abril, aumenta la afluencia de personas en las playas de Matosinhos y Leça, aunque la presencia de personas haciendo surf es elevada durante todo el año. La temporada alta, cuando se registra un número más elevado de usuarios, ocupa los meses de junio a septiembre y el primer fin de semana de octubre.

Más allá de la presencia de la playa y la zona de baños, la actividad predominante alrededor del Puerto de Leixões es de tipo turístico debido a la presencia de un importante terminal de cruceros. Cabe destacar la presencia de numerosos negocios ligados al Surf, como escuelas y tiendas de material entre otros.

Los alrededores del puerto tienen también uso residencial, caracterizado por edificios de dos o tres niveles al que está ligado un uso comercial de las plantas bajas.

Por último, cabe destacar la cercanía de la Feria Internacional de Porto y de la Asociación Empresarial de Portugal, que dotan la zona de un notable carácter empresarial.

Por todo lo expuesto, se puede concluir que el uso de la zona (Puerto y entorno inmediato) está asociado a actividades tanto de turismo ocio como de negocios y residencial. Otros usos distintos a los mencionados y en menor proporción serían los ligados a lugares de trabajo que genera el mismo Puerto y centros de oficinas cercanas.

3.3. AIRE

En el área de estudio, las principales emisiones que afectan a la calidad del aire son el tráfico marítimo y el tráfico viario en el interior del puerto y en las vías adyacentes. Se destaca el tráfico intenso en el IC1, la avenida marginal de Matosinhos y en la Via de Cintura Portuária, donde predomina la circulación de vehículos pesados debido a las actividades portuarias. Se puede hacer referencia al tráfico de embarcaciones de carga, de pesca y de recreo en todo el área navegable del puerto, como las fuentes de polución atmosférica más próximas al área de intervención.

A nivel nacional, existen unas redes de monitorización de la calidad del aire responsabilidad del Ministério do Ambiente e Ordenamento do Território, y además, algunas redes de monitorización particulares.

Para el Puerto de Leixões, se obtendrán los datos de las estaciones de medida de la calidad del aire, que pertenecen a la Rede de Qualidade do Ar do Norte (Red de Calidad del Aire del Norte).

La parte norte de la costa portuguesa se caracteriza por tener calidad del aire en unas condiciones muy deseables. En la figura 2 se puede observar un mapa de la zona con regiones pintadas en función de la calidad de su aire.

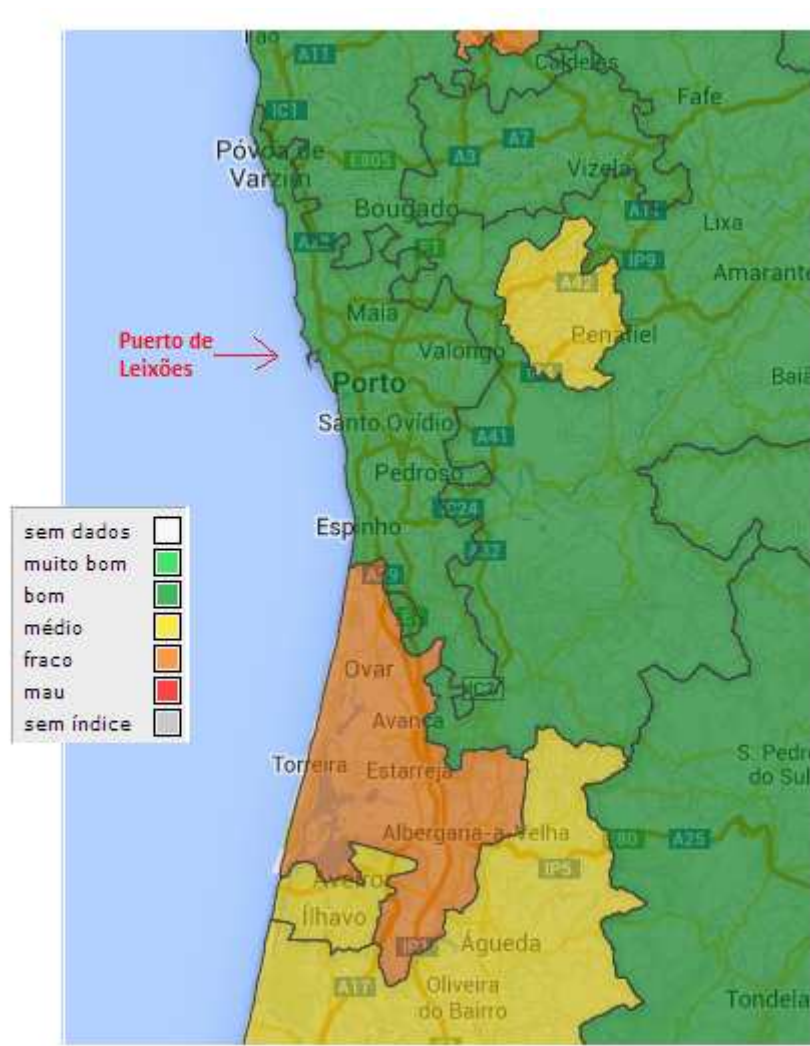


Figura 2: Calidad del aire en el norte de la costa portuguesa

Existen tres tipos de estación, midiendo cada una de ella distintitos contaminantes:

Industrial		Tráfico		Fondo	
Benceno	C ₆ H	Dióxido de azufre	SO ₂	Ozono	O ₃
Ozono	O ₃	Partículas < 10µm		Dióxido de azufre	SO ₂
Dióxido de azufre	SO ₂	Monóxido de carbono	CO	Partículas < 10µm	
Partículas < 10µm		Dióxido de nitrógeno	NO ₂	Monóxido de carbono	CO
Monóxido de carbono	CO			Dióxido de nitrógeno	NO ₂
Dióxido de nitrógeno	NO ₂				

Tabla 1: Tipos de estación y contaminante

Los límites que marca la Agência Portuguesa do Medio Ambiente para cada uno de estos contaminantes se especifica en la tabla 2.

Contaminante	Límite
Benceno	$< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Ozono	$< 240 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Dióxido de azufre	$< 500 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Partículas $< 10\mu\text{m}$	$< 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Monóxido de carbono	$< 10 \text{mg}/\text{m}^3$
Dióxido de nitrógeno	$< 400 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tabla 2: Límites de contaminante en el aire

En la figura 3 se presenta un mapa con la localización de los aparatos de medida de la calidad del aire más cercanos a la zona de estudio.



Figura 3: Localización de los aparatos de medida más cercanos al puerto

A continuación se muestran los valores obtenidos para cada una de las estaciones

consideradas en el año 2012

Estación Leça do Balio-Matosinhos:

Contaminante	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Excedencias
Ozono	129	0
Dióxido de azufre	40	0
Partículas < 10 μm	67	8
Monóxido de carbono	-	-
Dióxido de nitrógeno	91.5	0

Tabla 3: Valores contaminantes estación

Estación de Meco-Perafita:

Contaminante	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Excedencias
Benceno	1.9	0
Ozono	101.5	0
Dióxido de azufre	111	0
Partículas < 10 μm	131.5	51
Monóxido de carbono	1281.6	0
Dióxido de nitrógeno	91.5	0

Tabla 4: Valores contaminantes estación

Estación de João Gomes Laranjo-Senhora de Hora:

Contaminante	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Excedencias
Dióxido de azufre	245	0
Partículas < 10 μm	104.9	59
Monóxido de carbono	1997.1	0
Dióxido de nitrógeno	137.2	0

Tabla 5: Valores contaminantes estación

Estación de Custóias-Matosinhos:

Contaminante	Máximo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Excedencias
Benceno	6.3	0
Ozono	158.5	0

Dióxido de azufre	115	0
Partículas < 10µm	97.3	43
Monóxido de carbono	3588	0
Dióxido de nitrógeno	135.6	0

Tabla 6: Valores contaminantes estación

Estación de D.Manuel II-Vervom:

Contaminante	Máximo (µg/m ³)	Excedencias
Ozono	174.8	0
Dióxido de azufre	119	0
Partículas < 10µm	118.2	59
Monóxido de carbono	2657.4	0
Dióxido de nitrógeno	94.9	0

Tabla 7: Valores contaminantes estación

Si se mira la evolución de los niveles registrados para estas estaciones en los últimos años, la tendencia general para los diversos contaminantes es casi siempre a la baja, excepto en el caso del ozono, que ha ido perdiendo más relevancia durante los últimos años.

Se puede concluir con los datos presentados que el estado cualitativo de la atmósfera en esta zona se caracteriza por:

- Unos niveles de dióxido de azufre (SO₂), monóxido de carbono (CO) y benceno (C₆H₆) inferiores a los valores límite legislados aplicables.
- Unos valores de ozono troposférico (O₃), inferiores a los valores objetivo establecidos para la protección de la salud humana y de la vegetación.
- Respecto a los niveles de partículas en suspensión de diámetro inferior a 10 micras (PM10), se han registrado superaciones, y la caracterización de las partículas denota que los factores que generan dichos valores son el transporte (emisiones contaminantes por los tubos de escape y resuspensión) y, localmente, determinadas industrias.
- En relación con el dióxido de nitrógeno (NO₂) tampoco se han registrado superaciones, ni siquiera en las estaciones de tránsito más urbanas.

3.4. RUIDO

Las principales fuentes emisoras de contaminación acústica que se han identificado son el tráfico de vehículos pesados en la Via de Cintura Portuária y el tráfico intenso en el puente móvil y en las principales avenidas adyacentes. En la zona de intervención del proyecto no existen ocupaciones sensibles, sólo pudiendo señalar la presencia de zonas residenciales en la Avenida Engenheiro Duarte Pacheco, paralela a la Via de Cintura Portuária a más de 400 metros de la obra.

A pesar de que los niveles sonoros sean elevados en toda la zona portuaria, en ningún caso sobrepasan los límites legales.

3.5. AGUAS

A lo largo de todo el curso del río Leça la calidad del agua está muy afectada por la intensa ocupación humana y por la elevada industrialización de la zona. Los datos más recientes indican que la calidad del agua va empeorando desde el nacimiento hasta la desembocadura, debido a las cargas efluentes industriales y domésticas efectuada a lo largo del ramal principal del río. En la zona final del estuario y en la zona costera donde se localiza el Puerto de Leixões, se confirma con baja calidad del agua, muy turbia y con bajos valores de oxígeno. Las playas marítimas más cercanas son Leça da Palmeira (al norte), Matosinhos, Castelo do Queijo y Gondárem (al sur).

Cabe destacar, que los datos de contaminación fecal en la época de baños, está dentro del límite legal y, en este sentido, el agua se considera de buena calidad.

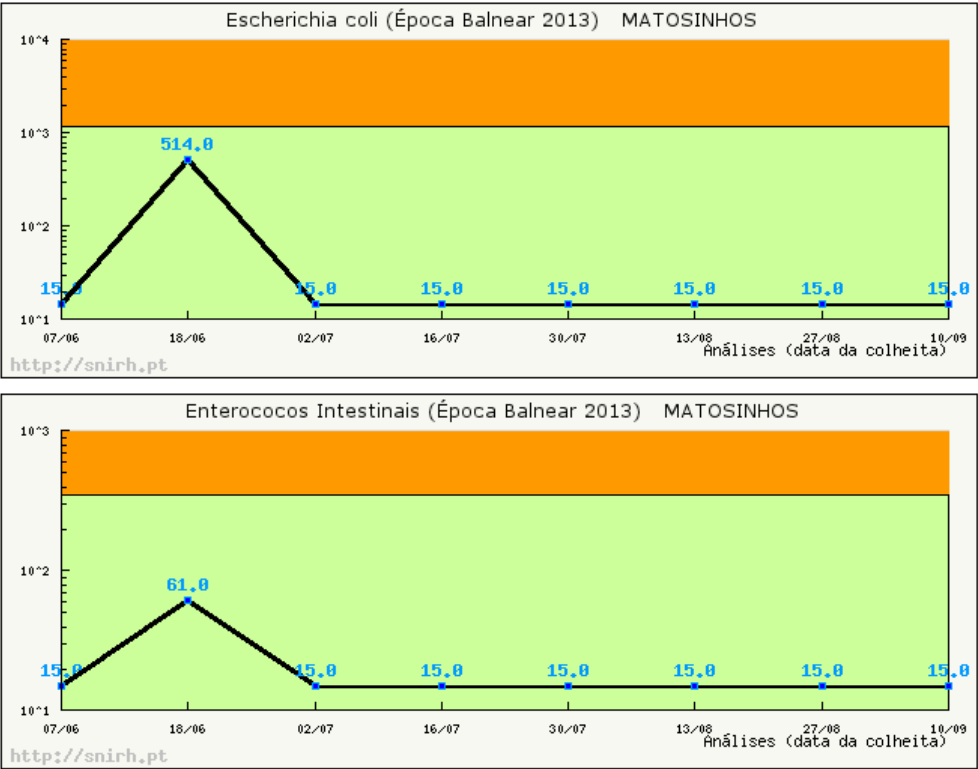


Figura 4: Contaminación fecal playa de Matosinhos

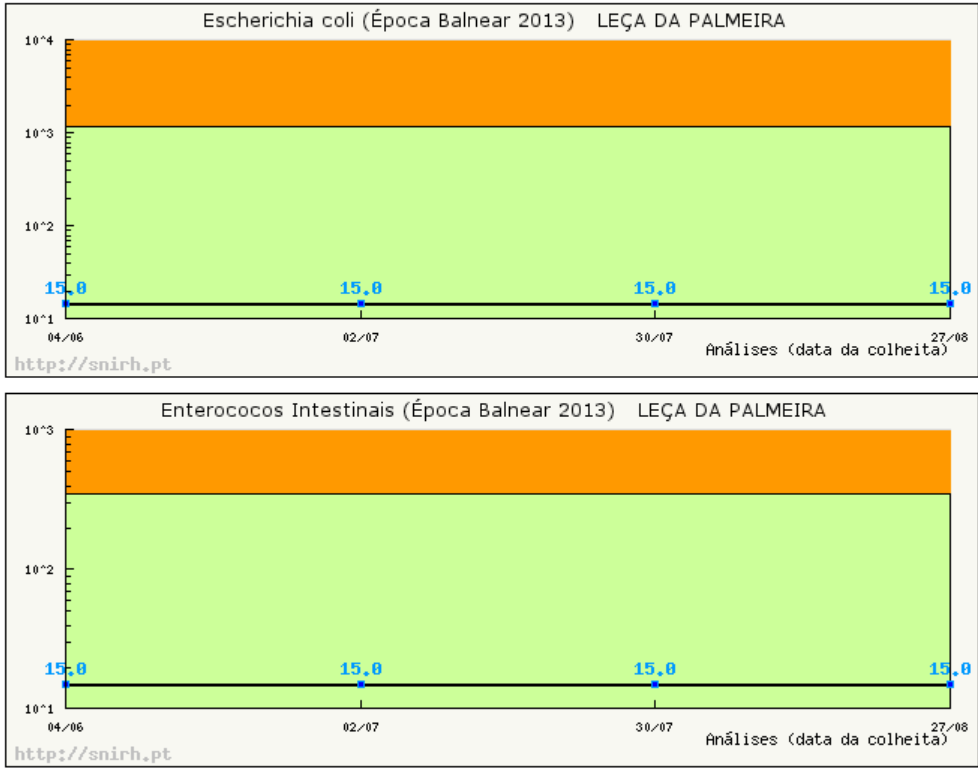


Figura 5: Contaminación fecal playa de Leça

3.6. SEDIMENTOS

Los análisis granulométricos realizados en campañas anteriores, determinaron que los sedimentos son esencialmente finos (limos y arcillas), siendo la fracción gruesa (arenas y guijarros) poco importante. De los resultados del análisis de toxicidad del agua, se concluye que ninguna de las muestras analizadas presenta toxicidad.

3.7. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En cuanto a la geología y geomorfología, la envolvente del área de intervención está básicamente constituida por un extenso afloramiento de granito y también por algunas manchas de micamixtos, gneises y migmatitos. Sobre estas rocas reposan depósitos aluviales actuales. Estos depósitos de naturaleza fluvial y marítima corresponden esencialmente a materiales detríticos descompuestos del substrato rocoso granítico, transportados a lo largo del curso del río Leça y sus afluentes. Estos materiales se fueron acumulando en el delta debido a la pérdida de capacidad de transporte del curso de agua y de las mareas que vehiculan hacia el interior del estuario sedimentos marinos.

3.8. ECOSISTEMAS

Los ecosistemas existentes en el Puerto de Leixões están afectados por los elevados niveles de degradación de la calidad del agua asociados al lecho y los márgenes artificiales del río Leça. Por este motivo, el estuario del Leça se caracteriza por la baja diversidad biológica, característica de ambientes pobres e inestables.. El hábitat bentónico es pobre y caracterizado por un substrato arenoso, donde la falta de formaciones rocosas dificulta la fijación de organismos. En este escenario, sólo las especies ecológicamente más tolerantes son capaces de desarrollarse, acabando por dominar totalmente el ambiente, debido a la ausencia de competición, como es el caso del mújol y de algunas especies de cangrejos (figuras 6 y 7)



Figura 6: Fotografía del mujol (*mugil cephalus*)



Figura 7: Especies de cangrejos halladas en las proximidades del puerto

3.9. PAISAJE

El paisaje del ámbito de actuación se puede definir como típicamente litoral de zona urbana, con un carácter fuertemente antropizado, como es lógico al tratarse de un puerto de una gran ciudad.

Aunque se sitúe en una zona antropizada, tanto por la ordenación del espacio, la tipología y diseño de las edificaciones, así como del uso social predominante (básicamente ocio y hostelería), la fuerte presencia del mar en el fondo escénico de la mayor parte de las visuales hace que se pueda definir la calidad de este paisaje como

de moderadamente alta.

4. IMPACTOS POTENCIALES SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

4.1.SOBRE EL MEDIO SOCIOECONÓMICO

Tal y como se ha expuesto, el presente proyecto tiene por objeto definir el conjunto de actuaciones necesarias para aumentar la protección del Puerto de Leixões frente a los temporales. En este sentido, el aumento de la operatividad en el Puesto de Atraque A del Terminal de Petroleros que supondrá la actuación repercutirá muy positivamente en la explotación del puerto y, por tanto, en la población y socioeconomía local.

Aún así, durante la fase de obras pueden producirse ciertas molestias a los usuarios de la instalación y sus inmediaciones, consistentes principalmente en:

- Estorbo de las actividades normales del Puerto de Leixões, principalmente ligadas a la accesibilidad.
- Posible afección al tráfico deportivo marítimo por señalización insuficiente o falsas maniobras de la maquinaria de obra flotante.
- Repercusión negativa, aunque poco significativa, en la actividad económica de los negocios situados en el Puerto.
- Dificultad parcial y puntual de acceso a la Playa de Matosinhos, por ocupación de una pequeña zona de la misma, a veces con presencia de gente, para la circulación de maquinaria de obra y la instalación de la zona de acopio de los materiales de obra y fabricación de los bloques cúbicos de hormigón (figura 6).



Figura 8: Zona destinada al acopio de material durante la realización de las obras

- Afectación a la población por otros impactos asociados a la calidad atmosférica y de las aguas.

4.2.SOBRE EL AIRE

Durante la fase de obras se producirá un ligero exceso de impacto negativo en la zona, debido básicamente a la circulación de maquinaria pesada (hormigoneras y camiones) y de carga de materiales a la pontona. En concreto:

- En lo referente a la calidad del aire, se producirá un ligero incremento de las emisiones de algunos contaminantes, principalmente óxidos de carbono y partículas en suspensión (PST, PM10). Éstas últimas podrían causar molestias por irritación a los usuarios de la zona de baños, de la playa y de los equipamientos que se hallan más cercanos al Puerto
- Incremento de niveles sonoros, básicamente producido por la circulación de camiones entrando y saliendo de la zona destinada al acopio de material. Así como, con menor intensidad, habrá un incremento de los niveles sonoros por la circulación de las góndolas que cargan las piezas de escollera o los bloques de hormigón.

Los efectos expuestos, por la emisión de contaminantes y ruido, se prevén muy locales y de escasa magnitud. También cabe decir que, por las características de la obra, no se prevén emisiones de sustancias tóxicas tipo CFC o COV ni emisiones de olores que puedan afectar a la población.

4.3.SOBRE EL RUIDO

Siendo uno de los parámetros más sensibles a este tipo de intervenciones, se considera que el impacto será poco significativo, ya que la zona de obras está suficientemente apartada de receptores sensibles.

4.4.SOBRE LAS AGUAS

El impacto sobre la calidad del agua es debido al aumento de la turbidez del agua por los trabajos realizados.

Además se puede producir otro impacto mayor en caso de accidentes o vertidos incontrolados de sustancias sólidas o líquidas directamente al mar o indirectamente sobre el suelo y de éste al mar por filtración.

Las actividades que pueden generar este riesgo de contaminación son:

- Operaciones de dragado relacionadas con la demolición del espigón centrado en la isla mayor de la Zona de Baños.
- Vertido del todo uno para la formación del núcleo del dique en talud proyectado.
- Vertidos accidentales de aceites y/o restos de combustibles por fugas o vertidos accidentales en operaciones de mantenimiento de vehículos y maquinaria de obra. Este riesgo también se daría en la zona de trabajos marinos.

4.5.SOBRE LOS SEDIMENTOS

El impacto sobre los sedimentos se consideran poco significativos o casi nulos, debido a que no se prevén obras de dragado ni existe una alta probabilidad de contaminación.

4.6.SOBRE LA GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El impacto sobre la geología y geomorfología de la zona de estudio se considera se considera poco significativo o nulo a nivel de los fondos intervenidos.

4.7.SOBRE EL PAISAJE

Por el tipo de actuación que se quiere llevar a cabo, los posibles impactos detectados se producen durante la fase de obras. Básicamente se puede producir un incremento de la artificialidad y, por tanto, disminución de la calidad paisajística, en el entorno inmediato y cercano a las obras, especialmente en la zona de acopios y la de trabajos marinos. Este efecto, que es temporal y reversible, puede darse por:

- Presencia y, especialmente, circulación periódica de maquinaria de obra (pontonas, camiones y vehículos).
- Efecto visual negativo en la zona de fabricación y trabajos en tierra en caso de desorden en la disposición de los materiales y aparcamiento de la maquinaria.
- Formación de pequeñas nubes de polvo por la circulación de camiones en la entrada y salida de la zona de acopio del material.
- Formación de roderas de barro en los pavimentos y calles más cercanas en caso de circulación de vehículos y, sobretodo, maquinaria pesada, en periodos de lluvias.

5. MEDIDAS GENERALES EN FASE DE EJECUCIÓN

A continuación se indican las medidas a aplicar para cada una de las acciones del proyecto, referidas a las operaciones de replanteo, trabajos de vertido, localización y control de instalaciones y parque de maquinarias, control de movimiento de maquinaria y desmantelamiento y limpieza de la zona de obra.

5.1.SOBRE EL REPLANTEO

Para las operaciones de replanteo se definen actuaciones medioambientales tendentes a la definición precisa de las zonas de actuación del proyecto y de las zonas

de exclusión o protección.

Su finalidad es tender a la minimización del impacto generado por la ejecución del proyecto. Entre las medidas que se proponen debemos destacar:

- Balizamiento de la superficie a ocupar, marina y portuaria.
- Definición de la planimetría y señalización de las zonas de exclusión ambiental.
- Previamente al comienzo de los trabajos en cada tajo, se procederá a la señalización del terreno mediante el empleo de estacas, boyas u otro medio que permita identificar claramente las zonas de actuación. Esta operación se realiza también sobre los caminos de acceso, cuando sean de uso privativo.
- A lo largo de toda la obra, se realizarán trabajos de comprobación del cumplimiento respecto de la ejecución de la obra dentro de los límites proyectados.

5.2.SOBRE LA PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES

La totalidad de los materiales a emplear tendrán su procedencia debidamente justificada documentalmente, con especial atención a los materiales de escollera, todo-uno y áridos para hormigón, exigiendo a los proveedores el certificado de procedencia y copia de licencia de actividad de las canteras suministradoras.

A pesar de que no será necesario la ejecución de ningún vertedero, los materiales que por su naturaleza no puedan ser empleados les será dado un uso productivo y de no ser posible serán entregados a un gestor autorizado conforme a su naturaleza.

5.3.SOBRE LA LOCALIZACIÓN Y CONTROL DE ZONAS DE INSTALACIONES Y PARQUE DE MAQUINARIA

A continuación se indican los criterios para la localización de las instalaciones y una descripción de los parques de maquinaria. Debe de entenderse estos criterios como bases para su definición precisa una vez licitada la obra.

5.3.1. Sobre las instalaciones

Zonas de gestión de residuos, incluyendo parques de maquinaria.

- Áreas de instalaciones auxiliares (depósitos de combustible, acopio de insumos,...).
- En la zona de fabricación de los bloques cúbicos de hormigón se dispondrá una explanada con un sistema de captación de las aguas sobrantes constituido por cubetas de recogida de aguas, todo ello para evitar su infiltración a través del suelo de la playa.
- En la zona de acopio de los bloques cúbicos ya fabricados se colocará geotextil en toda la superficie, evitando así el contacto directo del bloque con la arena.

5.3.2. Sobre los parques de maquinaria

Se ha tenido presente que algunas de las operaciones realizadas en el parque de maquinaria pueden generar contaminación de suelos y aguas como consecuencia de los vertidos accidentales.

Por ello el parque de maquinaria estará perfectamente identificado para lo que se procederá al jalonamiento de la zona de ubicación prevista y se dotará de una cuneta perimetral que impedirá la llegada de aguas de escorrentía.

La totalidad de los residuos, incluyendo los peligrosos, serán gestionados conforme con su naturaleza. En atención a la importancia de este aspecto, en el apartado siguiente se describe con detalle el procedimiento para la gestión de los residuos generados.

5.4.SOBRE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

La generación de residuos es inherente a la ejecución de cualquier proyecto y será uno de los aspectos a controlar durante su ejecución.

De manera general, se debe indicar que en todo el proceso constructivo se aplicarán los criterios de prevención y minimización en origen, la incentivación de la reutilización, reciclado y valorización y en último caso la eliminación adecuada

estableciendo los elementos necesarios para su correcta gestión.

Teniendo presente que el éxito o fracaso en la gestión de los residuos generados en la obra depende en gran medida del grado de conocimiento y de concienciación del personal, por lo que se recomienda que el personal, especialmente el destinado a la reutilización de labores de mantenimiento de la maquinaria, reciba formación específica respecto a la gestión de los residuos.

Tres son los tipos de residuos que se generarán en la obra (Despacho Conjunto dos Ministérios do Ambiente e do Mar de 21 de junio de 1995):

- Residuos clase 1: Residuos no especiales (en los que incluimos los asimilables a municipales).
- Residuos clase 2: Residuos especiales.
- Residuos clase 3: Residuos inertes.

No es previsible la utilización de residuos explosivos, dado que por la naturaleza del terreno se considera suficiente el empleo de medios mecánicos. En el caso de ser necesarios, se procederá a su gestión conforme las exigencias normativas.

5.4.1. Residuos no especiales asimilables a municipales

Los residuos no especiales son definidos como aquellos que proceden de actividades domésticas, de comercio, de oficinas, de servicios, o que, por su naturaleza o composición son asimilables a un residuo doméstico.

Se generarán en su mayor parte en las instalaciones de la obra: comedores, oficinas, vestuarios,... y en menor medida en otras localizaciones.

Se pretenderá la implantación de un sistema de segregación de residuos que permita su gestión selectiva, disponiendo en las zonas de oficinas contenedores aptos para la recogida de papel, vidrio, envases y embalajes y residuos orgánicos. En las restantes superficies, y siempre próximos a los lugares de trabajo del personal de la obra, se dispondrán contenedores para envases. En caso de ser necesario, se procederá a la instalación de recogida selectiva en las instalaciones auxiliares de obra.

La retirada de estos residuos será realizada por un gestor autorizado.

5.4.2. residuos no especiales

Son los residuos definidos por exclusión por la legislación vigente, como aquellos que no están incluidos como tal en el Catálogo Europeo de Residuos.

Para la correcta gestión de estos residuos se procederá a las siguientes actuaciones:

- Se aplicarán criterios de minimización, reutilización y cuando sea posible reciclaje de materiales, reduciendo así el volumen de residuo generado.
- Se delimitarán una o varias zonas en función de la fase de obra, donde depositarlos y no se realizarán depósitos incontrolados fuera de las zonas habilitadas para ello.
- Se segregarán los otros residuos (peligrosos y asimilables a municipales).
- Se habilitarán depósitos adecuados, preferentemente volquetes, separados e identificados.
- Para residuos como metales, neumáticos, madera,... se contratarán los servicios de gestores autorizados que realicen actividades de recuperación, reutilización o reciclaje de estos residuos.
- Se llevará un registro de la cantidad total de residuo generado y de la proporción que se ha reutilizado, reciclado, valorizado y entregado a un gestor autorizado.

5.4.3. Residuos especiales

Los residuos peligrosos son aquellos que figuran en el Catálogo Europeo de Residuos como peligrosos.

Con la finalidad de asegurar su correcta gestión, y minimizar el riesgo de vertidos accidentales, se han previsto para la ejecución del proyecto distintas medidas de protección, de control y de gestión, así como se ha establecido un procedimiento de alerta ambiental específico.

Respecto a los residuos peligrosos, la totalidad de las empresas participantes en la obra que los generen, deberán estar inscritas cuando así sea exigido en el Registro de Productores de Residuos Industriales.

Para la correcta gestión de los residuos peligrosos se procederá a las siguientes

actuaciones:

- Se concertará con una empresa gestora de residuos debidamente autorizada, la correcta gestión de recogida, transporte y tratamiento de los residuos peligrosos generados. En todo momento se asegurará el adecuado registro y archivo de la documentación de entrega y aceptación de los residuos.
- Los residuos peligrosos dispondrán de espacios específicos para su almacenamiento previo a su entrega a un gestor autorizado
- Los espacios cumplirán lo establecido en el Plano Estratégico de Gestão dos Resíduos Industriais.
 - Los lugares habilitados estarán formados por cubetos cubiertos y protegidos de las inclemencias meteorológicas. Será individual en el caso de residuos peligrosos cuya mezcla en el caso de derrame suponga un aumento de la peligrosidad.
 - Su solera será de material impermeable, hormigón o similar, u otro material con la misma funcionalidad, resistente a las sustancias que en él se van a almacenar.
 - Dicha solera tendrá una ligera pendiente hacia una zona de drenaje, segura y accesible, aislada de la red de drenaje natural y que permita su retirada por medios físicos o mecánicos.
 - Los lugares de almacenamiento estarán correctamente señalizados con las correspondientes señales de advertencia, de obligación y de prohibición.
 - Todos los recipientes estarán debidamente identificados y organizados en función de su compatibilidad.
- En caso de vertido accidental de lubricantes o combustibles será de aplicación el Plano de Emergência Ambiental (PEA), actuando conforme con el procedimiento establecido. De manera general se procurará cuando sea posible al tratamiento inmediato de la superficie afectada con sustancias absorbentes, de las que se dispondrá en obra. El material empleado deberá

ser gestionado como residuo peligroso.

- El recinto utilizado para el almacenamiento de los bidones de residuos peligrosos tendrá un volumen útil suficiente como para albergar holgadamente la totalidad de los residuos generados durante los últimos seis meses.

5.5.SOBRE CONTROL DE ACCESOS TEMPORALES Y MOVIMIENTO DE MAQUINARIA

En la fase de obra se adoptarán una serie de medidas en cuanto al control de accesos temporales y tráfico de maquinaria.

En cuanto al control de maquinaria se tendrá especial cuidado que ésta no circule fuera de los accesos, que se respetarán los límites de velocidad establecidos, se instalarán hondonadas de agua para minimizar el arrastre de partículas. Se racionalizará la circulación de maquinaria de apoyo a la obra. La maquinaria utilizada deberá tener pasada la ficha de inspección técnica de vehículos con el fin de evitar la utilización de maquinaria que no cumpla las restricciones mínimas de sonoridad y evitar cualquier vertido procedente de esta durante las operaciones de carga y descarga

5.6.SOBRE EL DESMANTELAMIENTO DE INSTALACIONES Y LIMPIEZA DE ZONA DE OBRA

Al finalizar las actividades de la obra, se llevará a cabo el desmantelamiento de las instalaciones y se procederá a la adecuación conforme al uso proyectado de los emplazamientos de los diferentes elementos que conforman las instalaciones.

- Se desmantelarán las superficies de impermeabilización existentes en obra y estructuras similares, losas y cubetos de hormigón, entregando a un gestor autorizado los residuos generados en estas tareas.
- Las casetas de obra (oficinas, comedores, vestuarios) se desmontarán. Los residuos generados serán segregados en función de su naturaleza, y entregados a un gestor autorizado.

- Se levantarán las fosas sépticas existentes en obra, gestionando los residuos generados.
- Todos los residuos peligrosos, no peligrosos y asimilables a urbanos existentes en obras e instalaciones deberán ser retirados y entregados a un gestor autorizado.
- Se comunicará a los organismos competentes el cese de todas las actividades que generaban residuos.

6. MEDIDAS ESPECÍFICAS ANTES DEL INICIO DE LA OBRA

6.1.Redacción del Plan de Gestión Ambiental

Este plan recogerá el conjunto de medidas protectoras, correctoras y compensatorias establecidas en el proyecto, en el presente documento y en las condiciones que establezca en su caso el Ministério do Ambiente e do Mar respecto al programa de vigilancia ambiental, con el objetivo de facilitar la programación y aplicación de las medidas de carácter ambiental definidas.

6.2.Reconocimiento del terreno

Previo al inicio de las obras, en la fase de replanteo, se realizará un reconocimiento del terreno, comprobando que la situación ambiental del mismo no ha sufrido variaciones significativas respecto de la situación expuesta en el proyecto.

De esta revisión se generará un informe que describirá el estado de la zona de ejecución y área de influencia del Proyecto.

Después de la obtención de esta información actualizada, se definirá con precisión la localización propuesta para las instalaciones auxiliares y acopio necesarios para el inicio de la obra.

Los criterios que se han seguido para su localización son los siguientes

- Se tendrá preferencia por zonas que serán ocupadas por la obra frente a las que no lo serán, y se primará el criterio de proximidad al lugar de empleo.

- Serán zonas de mínima pendiente y protegidas de riesgos de deslizamiento, inundación y de arrastres por efecto de la lluvia.
- Estarán protegidas del paso de maquinaria.

7. MEDIDAS ESPECÍFICAS: DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

En la fase de obra se aplicarán medidas correctoras con la finalidad de minimizar la afección sobre el medio, concretamente sobre el medio social, la atmosfera, las aguas, y el paisaje.

Del conjunto de medidas relacionadas, se expone con mayor detalle las específicas para el tipo de proyecto y obra evaluada y el ámbito concreto afectado

7.1.Sobre el medio socioeconómico

Las medidas preventivas y correctoras sobre el impacto al medio socioeconómico son:

- Planificación de las obras adaptada teniendo en cuenta el mínimo efecto posible sobre la población y las actividades. Dado el fuerte carácter de ocio de la zona y, por tanto, la gran afluencia de personas en el ámbito, tanto por mar como por tierra, durante el verano y la época de buen tiempo, será necesario establecer la prohibición de los trabajos durante el periodo comprendido desde el 31 de mayo al 31 de septiembre.
- Correcta señalización de las obras, tanto en la zona de trabajos en tierra como en mar.
- Adoptar las medidas específicas para la minimización del impacto por el incremento del ruido y contaminantes (ver apartados siguientes).
- Adoptar medidas para la minimización de la ocupación e invasión del espacio (cerramientos perimetrales, no acumular excesos de materiales, obra ordenada, etc.)

7.2.Sobre la calidad del aire

Los principales factores que pueden suponer una disminución de la calidad del aire, producidos directa o indirectamente por la ejecución del proyecto se asocian al tránsito de vehículos y maquinaria, y las actuaciones relacionadas con el movimiento de materiales y acopios.

- El tránsito de maquinaria y vehículos de obra produce dos tipos diferentes de afecciones a la calidad del aire:
- Los gases generados en los motores de combustión.

La generación de partículas pulverulentas. Respecto de la emisión de gases se asegurará:

- El correcto mantenimiento de los equipos.
- Parada de motores en caso de inactividad.
- Formación de los operarios para lograr un ahorro de combustible y en consecuencia de emisiones.

Las medidas que sobre las emisiones pulverulentas asociadas al tránsito de maquinaria se aplicarán durante la ejecución de la obra son:

- Racionalizar la circulación de vehículos y de maquinaria de apoyo a la obra.
- Respetar los límites de velocidad impuestos en las vías de circulación de acceso a la obra. Fijados en 20 Km/h por el interior de la obra y 40 km/h en el acceso y/o salida de la misma.
- El establecimiento de itinerarios de acceso para los transportes de materiales de cantera externa y los elementos constructivos.
- Balizamiento de las superficies habilitadas para el transporte, así como la definición de itinerarios claramente señalizados.
- Disposición en todo momento de un equipo móvil para la humectación de las superficies interiores de la obra.
- Se plantea la limpieza periódica de los viales de tránsito de camiones inmediatos a la obra, mediante el empleo de barredoras u otros medios

de similar eficacia.

- Se revisará que los camiones que producen aprovisionamiento de materiales procedentes de cantera y que pudiesen generar un incremento en los niveles de partículas en suspensión y partículas sedimentables presenten cubrimiento de la caja o a la humectación de la carga.

7.3.Sobre la presión sonora

Los principales factores que pueden suponer un incremento de los niveles de presión sonora generados directa o indirectamente por la ejecución del proyecto se asocian al tránsito de vehículos y maquinaria, las actuaciones relacionadas con movimientos de materiales, las operaciones de carga y descarga, y el dragado.

De entre las buenas prácticas generales a implantar con la finalidad de la reducción de los niveles de presión sonora destacamos:

- Seleccionar y utilizar máquinas y herramientas lo más silenciosas posibles. Los motores de combustión irán equipados con silenciadores de gases de combustión y sistemas de amortiguamiento de ruidos y vibraciones.
- Racionalizar la circulación de vehículos y de maquinaria de apoyo a la obra. De este modo, los motores de la maquinaria y vehículos de obra únicamente estarán en funcionamiento el tiempo estrictamente necesario para el desarrollo de la actividad.
- Respetar los límites de velocidad impuestos en las vías de circulación de acceso a la obra. Se limita la velocidad de circulación de la maquinaria de obra del Port Fòrum y zona anexa propuesta para acopiar a 20 Km/h y, al acercarse o salir del ámbito de la obra, hasta llegar a la red viaria básica, a 40 Km/h.
- Seleccionar, siempre que sea posible, técnicas y procesos constructivos que generen menos ruido. Se tendrá especial cuidado en aquellas actividades y manipulación de materiales que puedan causar ruido, como podrían ser la carga y, sobretodo, descarga de los bloques de

escollera y los de hormigón sobre las pontonas.

- Se establecerán itinerarios de acceso para los transportes de materiales de cantera y los elementos constructivos que discurran por zonas que produzcan el mínimo de molestias.
- Se exigirá la ficha de inspección técnica de vehículos a todos aquellos que vayan a emplearse en la ejecución de las obras, para evitar el empleo de maquinaria que no cumpla las restricciones mínimas de sonoridad.
- Realización de las operaciones de mantenimiento de la maquinaria en los plazos y forma adecuada, para garantizar que las emisiones acústicas de las mismas se mantengan en los valores que sirvieron para su homologación inicial según las directivas europeas y reglamentación nacional de aplicación.
- Información a los operarios de las medidas a adoptar para la minimización de las emisiones sonoras.

Con el fin de minimizar los niveles de presión sonora generados por el tránsito de maquinaria, y además de las buenas prácticas citadas anteriormente, se propone:

- Adecuación del firme de los accesos principales con el fin de disminuir el ruido asociado al tránsito.
- La toma en consideración de criterios de atenuación de las emisiones sonoras en el diseño y configuración de los viarios internos de la obra.
- Control del cumplimiento de los límites de velocidad establecidos

7.4.Sobre las aguas

Para el impacto sobre las aguas, relacionado con el aumento de la turbidez producido por las operaciones de dragado y vertido del material todo uno, se proponen las siguientes medidas:

Uso de barreras antiturbidez en los vertidos para la realización del núcleo del dique en talud proyectado.

- Control de calidad de los materiales vertidos.
- Diseño de los vertidos en situaciones hidrodinámicas favorables.
- Toma de muestras periódicas para establecer la calidad del agua.

Por otro lado, en cuanto al impacto debido a vertidos accidentales, se proponen las siguientes medidas:

- A modo de prevención, previamente al inicio de las obras, se redactaran los planes de emergencia pertinentes por tal de invertir con la máxima rapidez y eficacia en caso de producirse un vertido accidental al mar de sustancias líquidas o semilíquidas con posibles contaminantes (aceites, hidrocarburos, hormigones, resinas, pinturas, etc.).
- Con el objetivo de minimizar un posible efecto por vertido de grasas, aceites o hidrocarburos al mar, será necesario disponer en obra de elementos de succión o absorción y aislamiento de las aguas afectadas. Estos elementos (kits de emergencia) se guardarán siempre en un sitio visible y seguro.
- Como medida correctora, en caso de que se produzca un vertido de cierta importancia, se pedirá un análisis de aguas a la empresa homologada, que permita determinar el efecto generado (entre otros se medirán parámetros como el pH, turbidez, sólidos en suspensión y contaminantes). Luego se compararán los resultados con las últimas analíticas que disponga el Puerto, por tal de tomar eventualmente las acciones necesarias.

7.5.Sobre el paisaje

Las medidas a tomar son:

- Delimitación clara de los espacios de afectación para la ejecución de las obras mediante vallas y balizas.
- Para la zona anexa destinada a la ubicación de vestidores y almacenamiento, procurar un cerramiento perimetral rígido, opaco y de altura suficiente como para impedir la visión del espacio desde puntos

estratégicos cercanos.

- Obra ordenada y limpia mediante la revisión y limpieza periódica, evitando así tanto la dispersión de materiales y basuras tanto en la zona de trabajos como en el entorno cercano.
- Adecuar las zonas de acopio para que no superen la altura del cerramiento perimetral instalado en la zona anexa al almacenaje.
- En acabar la obra, restituir cualquier camino o zona afectada (agujeros, suciedad, etc.) durante la ejecución de la misma.

7.6.Sobre el medio abiótico terrestre

7.6.1. Afección por vertidos accidentales

El riesgo de contaminación producida por el vertido de productos contaminantes puede afectar directamente no sólo a elementos del medio abiótico (aguas superficiales, suelo,...) sino a la fauna y a la flora marinas.

La ocurrencia de vertidos accidentales está íntimamente relacionado con la presencia de sustancias o preparados peligrosos, mercancías peligrosas y residuos peligrosos.

Los accidentes, que implican riesgo para las personas, instalaciones o medio ambiente, están habitualmente asociados al derrame de producto, al vertido durante las operaciones de carga y descarga o a la pérdida de eficacia de los cubetos de retención. Los incidentes están asociados a pérdidas de producto por goteo, pequeños golpes o fisuras en la instalación o recipientes y vertidos, o purgas sin riesgos importantes para las personas, medio ambiente e instalaciones.

Los vertidos accidentales se localizan principalmente en las zonas de carga y descarga, en los lugares de almacenamiento, en los equipos de bombeo y por donde discurren tuberías de almacenamiento.

De estas circunstancias se deriva la necesidad de una correcta localización, identificación y almacenamiento de las sustancias peligrosas que puedan precisarse en la obra.

Las medidas que se aplicarán en la obra con el fin de reducir el riesgo de vertidos potencialmente generadores de riesgo sobre el medio abiótico terrestre son:

- Todas las sustancias o preparados peligrosos deberán estar debidamente identificados conforme con lo que se indica en la legislación vigente (Decreto - Lei n.º 82/95, de 22 de Abril).
- Todos los residuos peligrosos deberán estar debidamente identificados, clasificados y etiquetados conforme al Reglamento CRE.
- De todas las sustancias o preparados peligrosos se dispondrá de su ficha de datos de seguridad que proporcionará además de la identificación de la sustancia o preparado, de la empresa fabricante, de su composición e información sobre sus componentes, la identificación de los peligros, medidas a tomar en caso de vertido, informaciones ecológicas,...

7.6.2. Sobre las aguas residuales asimilables a urbanas

En el caso de necesidad de dotación de distintos servicios a la zona de la obra, se aplicarán las siguientes medidas:

En las instalaciones permanentes se dispondrá de una fosa séptica, o sistema de tratamiento equivalente, y que será autorizado por el Órgano de Cuenca.

- En el caso de instalaciones temporales, se contará con la presencia de sanitarios sin conexión a red ni fosa séptica, debiendo ser gestionados los residuos obtenidos conforme a su naturaleza por un gestor autorizado.

7.6.3. Drenajes pluviales

Sobre los drenajes pluviales se aplicarán las siguientes medidas:

- Preparación de la explanada formando las pendientes necesarias para favorecer el drenaje de las aguas de escorrentía a las zonas de relleno.

7.7.Sobre el medio biótico terrestre

En la zona de ejecución de la obra no se han detectado comunidades florísticas ni faunísticas de interés que puedan verse afectadas por la ejecución del proyecto.

7.8.Sobre el medio marino

Las medidas sobre la calidad de las aguas marinas que se aplicarán durante la ejecución de las obras con el fin de minimizar la afección que pueda ocasionar la ejecución del proyecto son las siguientes:

- Los materiales que se emplearán para el núcleo del dique proyectado deben seleccionarse para que aporten la menor cantidad posible de partículas finas al medio.
- Durante las operaciones de dragado se emplearán equipos que minimicen la puesta en suspensión o derrame de los sedimentos de granulometría fina.
- A los materiales obtenidos en los dragados se le dará un uso productivo como material todo uno del núcleo del dique proyectado.
- Nos remitimos al apartado “Afección por vertidos accidentales” en aquellos aspectos relacionados con el vertido o derrame de sustancias peligrosas al medio marino.

7.9.Sobre cetáceos y quelonios

Dada la naturaleza de las obras y su localización en el interior de aguas portuarias, se considera que la ejecución de este proyecto no supondrá un impacto especialmente significativo sobre las poblaciones de cetáceos y quelonios (*Caretta caretta*), por lo que no se estima necesaria la adopción de medidas específicas de control.

7.10. Sobre el patrimonio cultural

No se han documentado registros arqueológicos en la zona de estudio, y dado que la totalidad de las actuaciones terrestres se ejecutan en terrenos antropizados,

entendemos que no es precisa la realización de un control arqueológico.

8. DEFINICIÓN DE LAS MEDIDAS DE VIGILANCIA

En el presente apartado se definirán las medidas de control y vigilancia que se aplicarán durante la ejecución de la obra.

8.1.CONTROL DE LOS NIVELES DE PRESIÓN SONORA

Desde el inicio de la ejecución del proyecto se realizaran mediciones de los niveles de presión sonora. Se tomarán como puntos de control los mismos que se tomaron en el Proyecto del Nuevo Terminal Multiusos, que se muestran en la figura 9.

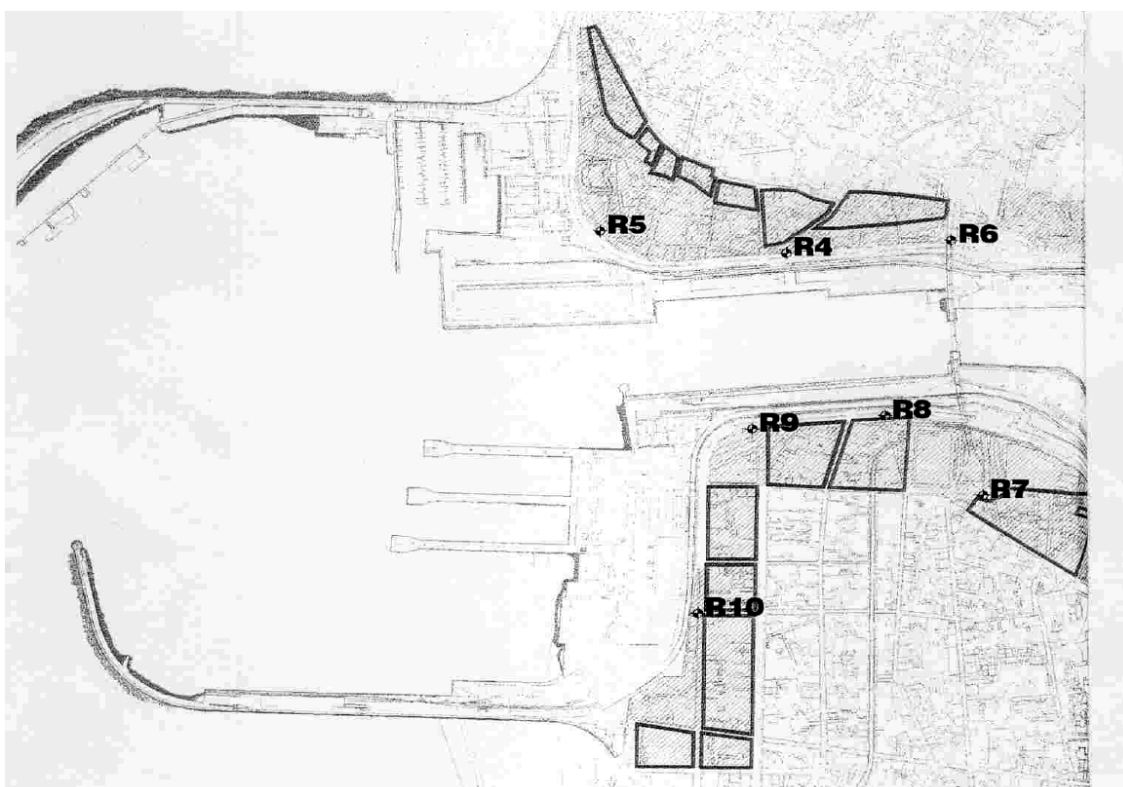


Figura 9: Puntos de medición de niveles acústicos

En el caso de existencia de protestas vecinales, y bajo la aprobación de la Dirección de Obra, se realizarán mediciones en aquellos lugares que se estimen convenientes.

8.2.CONTROL SOBRE LOS RESIDUOS

Como ya se ha indicado en apartados anteriores, tres son los tipos de residuos que se generarán en la obra:

- Los asimilables a urbanos.
- Los no peligrosos.
- Los peligrosos.

8.2.1. Sobre residuos asimilables a urbanos

Con el fin de asegurar la correcta gestión de los residuos asimilables a urbanos en la obra, con carácter quincenal se comprobará el estado de las zonas de contenedores para este tipo de residuos, inspeccionando si se realiza una correcta segregación de los residuos para su tratamiento selectivo.

Se comprobará el estado general de la zona así como la disposición de los contenedores en obra, con el fin de proponer su adecuación a las nuevas localizaciones de los tajos si los hubiese.

8.2.2. Sobre los residuos no peligrosos

En las mismas revisiones realizadas para los residuos asimilables a urbanos, se comprobará el estado de las zonas de segregación para los residuos no peligrosos.

Con una periodicidad trimestral se solicitará un registro de la cantidad total de residuo generado y de la proporción que se ha gestionado.

8.2.3. Sobre los residuos peligrosos

Con periodicidad quincenal se procederá a la revisión de las zonas de acopios de los residuos especiales. En cada revisión se comprobará:

- El estado general del mismo.
- El correcto etiquetado de los residuos.
- La existencia o no de vertidos accidentales.
- Las anotaciones realizadas en el libro de registro.

Se procederá a la realización de un reportaje fotográfico para cada revisión. Con una periodicidad bimensual se solicitará copia de todos los documentos generados en ese periodo en relación con la producción y gestión de estos residuos.

8.3.SOBRE LA CALIDAD DEL AIRE

En el entorno de las instalaciones portuarias se dispone de las siguientes estaciones de caracterización de la calidad del aire:

- Estación Leça do Balio-Matosinhos
- Estación de Meco-Perafita
- Estación de João Gomes Laranjo-Senhora de Hora
- Estación de Custóias-Matosinhos
- Estación de D.Manuel II-Vervom

Información pública disponible en la " Rede de Qualidade do Ar do Norte".

En la figura 10 se detallan las estaciones de control de calidad del aire disponible.

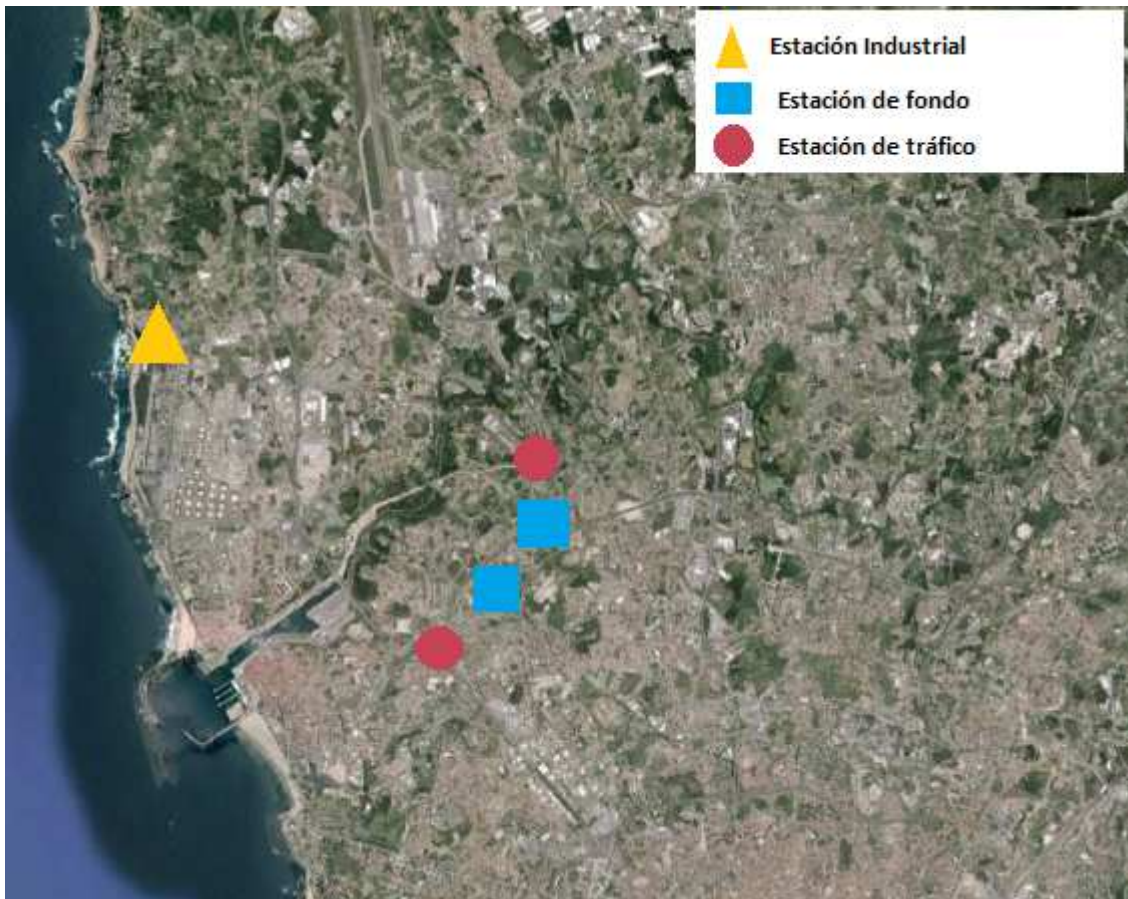


Figura 10: Estaciones de la Rede de Qualidade do Ar do Norte

8.4.SOBRE LA CALIDAD DE LAS AGUAS MARINAS

Se han seleccionado dos puntos de caracterización de las aguas, que son los que se muestran en la figura 11.

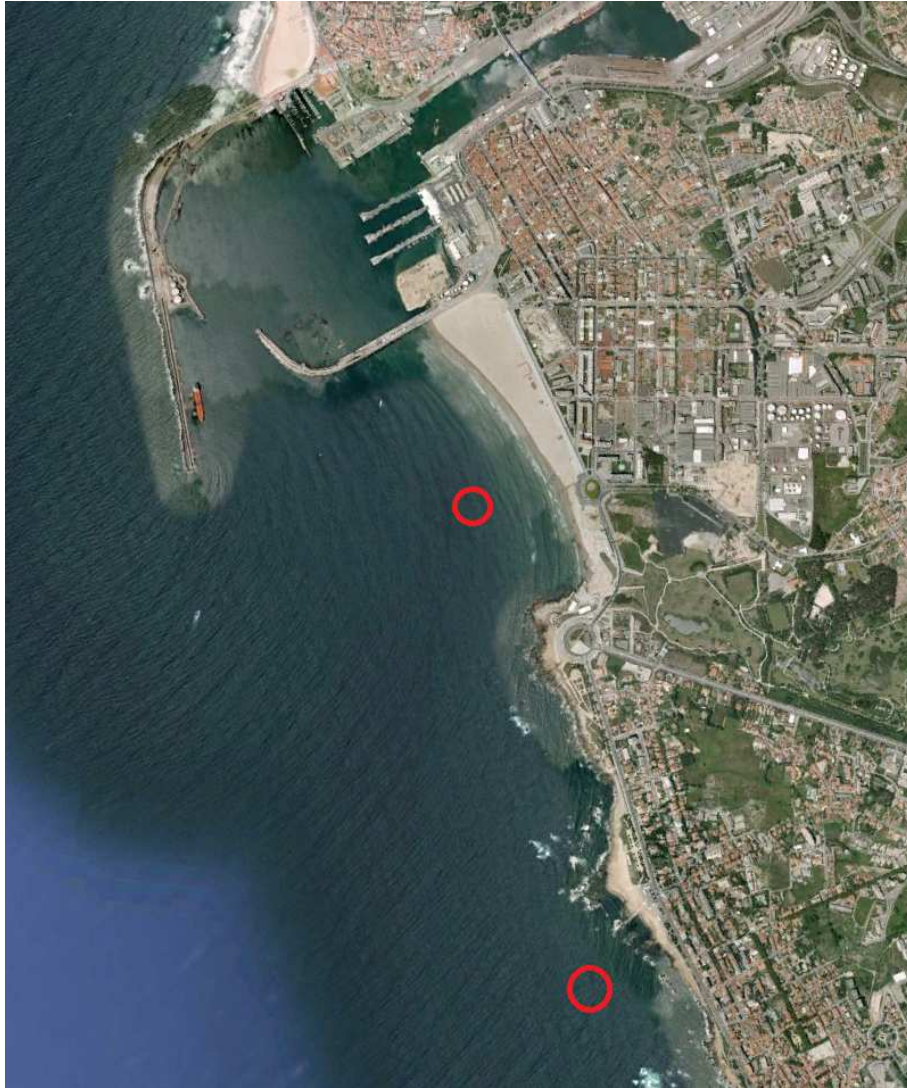


Figura 11: Localización de puntos de control de calidad del agua

La recogida de muestras se realizará con carácter mensual.

El muestreo se realiza mediante tubos Bailer y Alfa que se lanzan al agua y se llenan de agua en los tres niveles previstos, en superficie y fondo por ese orden para evitar la mezcla de agua de distinto nivel.

Cada muestra es izada al barco donde se toman los datos sobre parámetros de medida in situ (pH y oxígeno disuelto), cada una de las muestras es vaciada en el bote estéril de boca ancha.

Todas las muestras tomadas serán inmediatamente codificadas, indicando como mínimo localización de la muestra, fecha, hora, método de la toma, persona encargada de la toma, condiciones meteorológicas, naturaleza del tratamiento preliminar,

agente de conservación, y código unívoco de identificación de la muestra.

Las muestras son identificadas individualmente en el punto de recogida con etiquetas, cada una de ellas se acompaña de un formulario de muestreo con el código, fecha y hora del muestreo. Una vez etiquetadas se mantienen refrigeradas durante el transporte hasta su análisis en un laboratorio acreditado por el órgano competente para realizar este tipo de analíticas.

En las muestras recogidas, se realiza el análisis de todo el paquete analítico de calidad de las aguas y calidad de aguas de baño

Todos los métodos utilizados son métodos oficiales, normalizados, y se recogen en el Standard Methods for Examination of Waters and Wastewaters de la APHA, AWWA, WPCF.

PARÁMETRO	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	REFERENCIA STANDARD METHODS
pH	Electrometría		450011 B
Oxígeno disuelto mgO ₂ /l	Electrodo de membrana	0,1	4500 G
Turbidez NTU	Nefelométrico	0,1	2130 C
Sólidos en suspensión mg/l (1)	Filtración en membrana y gravimetría	0,1	2540 B

Tabla 8: Procedimientos analíticos para determinar distintos parámetros de la calidad del agua.

8.5.SOBRE EL MEDIO BIOLÓGICO

8.5.1. Control de no afección a la fauna

Como se indicó en puntos anteriores, no se prevé la afección a comunidades faunísticas de interés durante la ejecución de este proyecto.

8.5.2. Cetáceos y Quelónios

Las obras previstas en este proyecto se desarrollarán en su totalidad en el interior de las aguas portuarias del Puerto de Leixões, por lo que no se verán afectados hábitats naturales de interés para la conservación de los cetáceos existentes en la zona.

No se tiene registrada la presencia de Cetáceos en los alrededores del puerto, según datos del Ministerio do Ambiente.

Como consecuencia de todo ello, la ejecución de este proyecto no supondrá un impacto especialmente significativo sobre las poblaciones de cetáceos y quelónidos (*Caretta caretta*), por lo que no se estima necesaria la adopción de medidas específicas de control.

9. MEDIDAS PARA EL FOMENTO DE LA SOSTENIBILIDAD

9.1.Gestión de residuos generados

Antes del inicio de las obras, el Contratista elaborará y presentará un Plan específico para la correcta gestión de residuos de construcción generados. Este plan deberá cumplir con todo lo establecido en el presente anejo.

9.2.Materiales

Debido a la especificidad de la obra, esta requiere de poca variabilidad de materiales. A priori, los principales materiales necesarios son los siguientes:

- Escollera
- Hormigón

Delante las distintas posibilidades a la hora de escoger un material se priorizarán los que cumplan alguno o varios de los siguientes condicionantes:

- Mayor durabilidad.
- Menor riesgo de contaminación en caso de erosión o rotura.
- Disponer de Certificado de Garantía de Calidad en su proceso constructivo.
- Disponer de acreditación de calidad, distintivo de garantía de calidad ambiental según CE o similar.

En especial se valorará muy positivamente la reutilización de materiales dentro de la propia obra.

9.3.Ahorro de agua

Antes del inicio de las obras se revisará con detalle los procedimientos a seguir en la ejecución de las distintas actividades, para poder definir medidas de ahorro de agua. A modo de ejemplo, se puede plantear el uso de agua procedente de la limpieza de canaletas de cubas de hormigón como riego para el curado del mismo. Para que esta medida sea viable conviene disponer de puntos de limpieza muy cercanos a la zona de hormigonado.

10. CONCLUSIONES

Por todo lo expuesto en este documento, y teniendo en cuenta la relación de efectos o impactos ambientales negativos que han sido identificados, se puede valorar el impacto inicial de las obras como ligeramente moderado. Con la adopción pero, de las medidas preventivas ya incluidas dentro del proyecto, así como del resto de medidas, tanto preventivas como correctoras que se han relacionado, se puede concluir que el impacto residual y global de la ejecución de las obras de extensión del dique rompeolas del Puerto de Leixões se valora como **compatible**.

Cabe destacar que se considera fundamental para la fiabilidad de las previsiones y de estas conclusiones que los aspectos críticos del proyectos seas atentamente supervisados recomendándose la implementación integral de las medidas ambientales propuestas en este Estudio de Impacto Ambiental.

Finalmente, cabe incidir también en el impacto positivo que supondrá la mejora, no sólo para la zona portuaria, sino también para la población y actividad económica del sector a nivel local.

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 13

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

MEMORIA

ÍNDICE

1.	OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	1
2.	CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	2
2.1.	SITUACIÓN	2
2.2.	CENTROS DE ASISTENCIA MÁS PRÓXIMOS	3
2.3.	TELÉFONOS DE INTERÉS	4
2.4.	CENTROS DE BOMBEROS MÁS PRÓXIMOS	4
2.5.	DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	5
2.6.	PRESUPUESTO DE LA OBRA	6
2.7.	PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	6
2.8.	NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES EN OBRA.....	7
2.9.	INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	7
2.10.	Unidades constructivas que componen la obra.....	7
3.	MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES.....	8
3.1.	MAQUINARIA PREVISTA	8
3.2.	EQUIPOS AUXILIARES PREVISTOS.....	9
4.	RIESGOS LABORALES.....	9
4.1.	RIESGOS GENERALES PROFESIONALES.....	9
4.1.1.	En obras marítimas	9
4.1.2.	En obras terrestres.....	9
4.2.	Riesgos debidos a unidades constructivas	10
4.2.1.	En replanteo.....	10
4.2.2.	En vertido de escollera y bloques por mar	10
4.2.3.	En cargas de escollera y bloques en gánguiles o pontonas.....	10
4.2.4.	En vertido de escolleras y bloques por tierra	11

4.2.5.	Encofrados y hormigones	12
4.2.6.	Demoliciones y excavaciones	12
4.2.7.	En instalación de redes	13
4.2.8.	Colocación de equipos	13
4.2.9.	En instalación eléctrica	13
4.2.10.	Riesgo de incendios.....	14
4.3.	RIESGOS ORIGINADOS POR INSTALACIONES AJENAS A LA OBRA.....	14
4.4.	RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS	14
4.5.	RIESGOS DEBIDOS A MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES PREVISTOS .	14
4.5.1.	Maquinaria.....	14
4.5.2.	Equipos auxiliares	19
5.	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	20
5.1.	PROTECCIONES INDIVIDUALES	20
5.2.	PROTECCIONES COLECTIVAS	21
5.2.1.	Cerramientos o delimitaciones de paso	21
5.2.2.	Señalización	22
5.2.3.	Instalación eléctrica	22
5.2.4.	Medidas de seguridad en instalaciones eléctricas	23
5.2.5.	Medidas de seguridad contra el fuego	23
5.2.6.	Iluminación.....	24
5.2.7.	Marinas	24
5.3.	PREVENCIÓN DE RIESGOS Y PROTECCIONES COLECTIVAS EN UNIDADES CONSTRUCTIVAS.....	24
5.3.1.	El replanteo.....	24
5.3.2.	Movimiento de tierras, excavación de zanjas y pedraplenes.....	25
5.3.3.	Obras de colocación de escolleras y bloques	27

5.3.4.	Colocación de encofrados.....	28
5.3.5.	Hormigonado por vertido directo.....	29
5.3.6.	Hormigonado con cubilote	30
5.3.7.	Vertidos y compactación	31
5.3.8.	Dragado de materiales.....	31
5.3.9.	Demoliciones.....	32
5.3.10.	Instalación de servicios y elementos auxiliares	34
5.3.11.	Instalaciones eléctricas	35
5.4.	PREVISIÓN DE RIESGOS EN INSTALACIONES AJENAS A LA OBRA.....	37
5.5.	PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS.....	39
5.6.	PREVENCIÓN DE RIESGOS POR UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS	39
5.6.1.	Maquinaria.....	39
5.6.2.	Equipos auxiliares	47
6.	ORGANIZACION DE LA OBRA	49
6.1.	ÓRGANOS DE SEGURIDAD EN OBRA	49
6.1.1.	Coordinador de seguridad	49
6.1.2.	Comité de Seguridad y Salud	49
6.2.	FORMACIÓN	50
6.3.	MEDICINA Y PRIMEROS AUXILIOS	50
6.3.1.	Botiquines	50
6.3.2.	Asistencia a los accidentados.....	50
6.3.3.	Reconocimiento médico	51
6.4.	PUESTA EN PRÁCTICA	51
6.5.	SEGUIMIENTO Y CONTROL	52
6.5.1.	Seguimiento	52

6.5.2. Control	53
7. PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS	53

1. OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En este Proyecto de Seguridad y Salud se recogen las medidas preventivas mínimas de seguridad y salud aplicables a la realización de las obras objeto del proyecto. También se incluyen las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los posibles trabajos posteriores.

El presente estudio se elabora teniendo en cuenta su obligatoriedad y se redacta de acuerdo con o Decreto-Lei n.º 273/2003, de 29 de Outubro.

En aplicación de este Estudio el Contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analice, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

En dicho plan se incluirá, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el estudio. La valoración económica de las posibles medidas alternativas no podrá implicar disminución del importe total de acuerdo con el segundo párrafo del apartado 4 del artículo 5 del R.D. 1627/97.

El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o en su caso la administración pública que haya adjudicado la obra.

Durante toda la obra se observará lo que recoge Decreto-Lei nº 273/2003, de 29 de Outubro, en particular lo que se define en el artículo 11º, y anejos II e III del mismo Decreto – Lei, en cuanto a Prevención de Riesgos Laborales. Esto supone un esfuerzo por parte de todas las partes implicadas en la obra, para que sea la acción preventiva el primer instrumento para evitar los riesgos.

Se tendrá en cuenta que las medidas organizativas son las primeras a llevar a cabo, después el combatir los riesgos en origen, mas tarde las protecciones colectivas y por último los equipos de protección individual.

2. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

2.1.SITUACIÓN

Las obras proyectadas se realizan en el municipio de Matosinhos, en la provincia de Oporto, concretamente en el Puerto de Leixões. Dentro del puerto se actúa en el dique de agrigo. En los planos de situación y batimetría se refleja el entorno terrestre y el fondo marino en el que se encuadra el puerto.



Figure 1: Situación general de las obras

2.2.CENTROS DE ASISTENCIA MÁS PRÓXIMOS

Los centros hospitalarios más próximos y sus datos de contacto son:

➤ HOSPITAL DE BOA NOVA

Rua Armando Vaz, 225,
4455-421 Matosinhos, Portugal
+351 22 998 0900

➤ HOSPITAL CUF PORTO

Estrada da Circunvalação 14341,
4100-180 Porto, Portugal
+351 22 003 9000

➤ HOSPITAL PEDRO HISPANO

Rua Doutor Eduardo Torres
4450 MATOSINHOS
+351 229 391 000

➤ HOSPITAL DE SÃO JOÃO

Alameda Professor Hernâni Monteiro
4200-319 Porto, Portugal
+351 22 551 2100

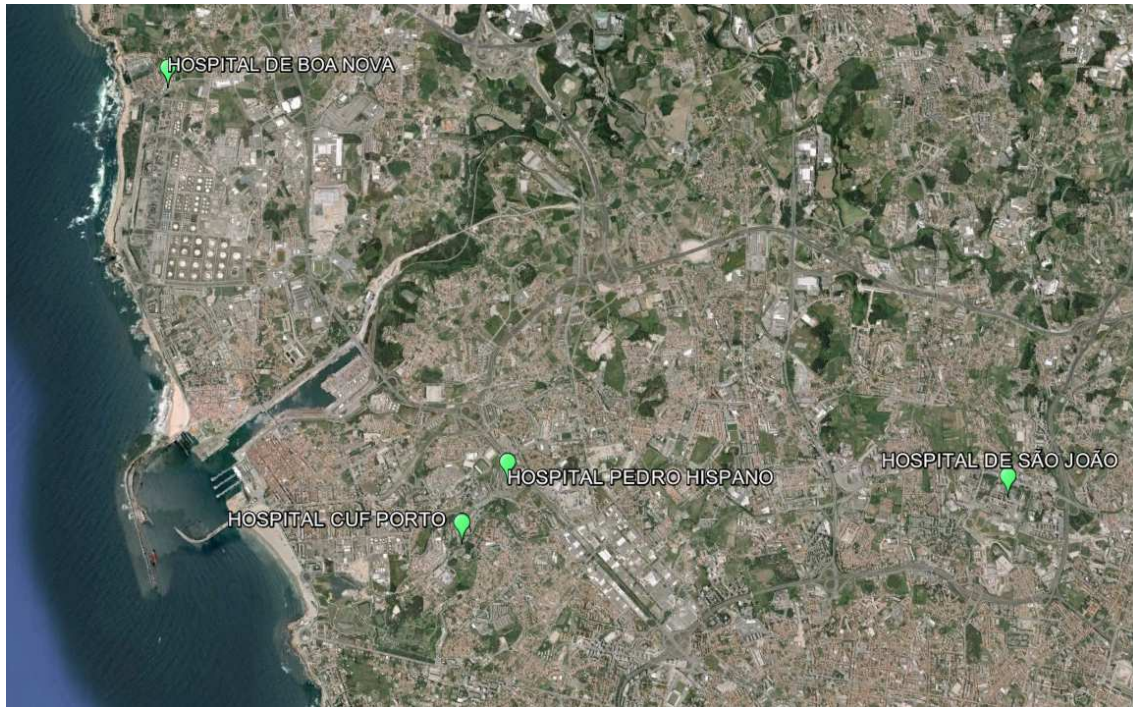


Figure 2: Localización hospitales más cercanos a la obra

2.3.TELÉFONOS DE INTERÉS

En caso de emergencia, se recomienda emplear el Pan-European emergency number (112), que es gratuito desde cualquier teléfono fijo o móvil. El operador se pone en contacto con el servicio de emergencias que se requiera, sea médico, bomberos o policía. Se puede usar en cualquier situación en que la vida esté en riesgo, incluyendo:

- Serios problemas médicos (accidentes, persona inconsciente, heridas severas, dolor en el corazón o ataques)
- Cualquier tipo de fuego
- Situaciones de riesgo (crímenes)

2.4.CENTROS DE BOMBEROS MÁS PRÓXIMOS

La figura 3 muestra el Parque de Bomberos más cercano, el de Matosinhos-Leça, que se encuentra dentro del propio recinto del puerto.

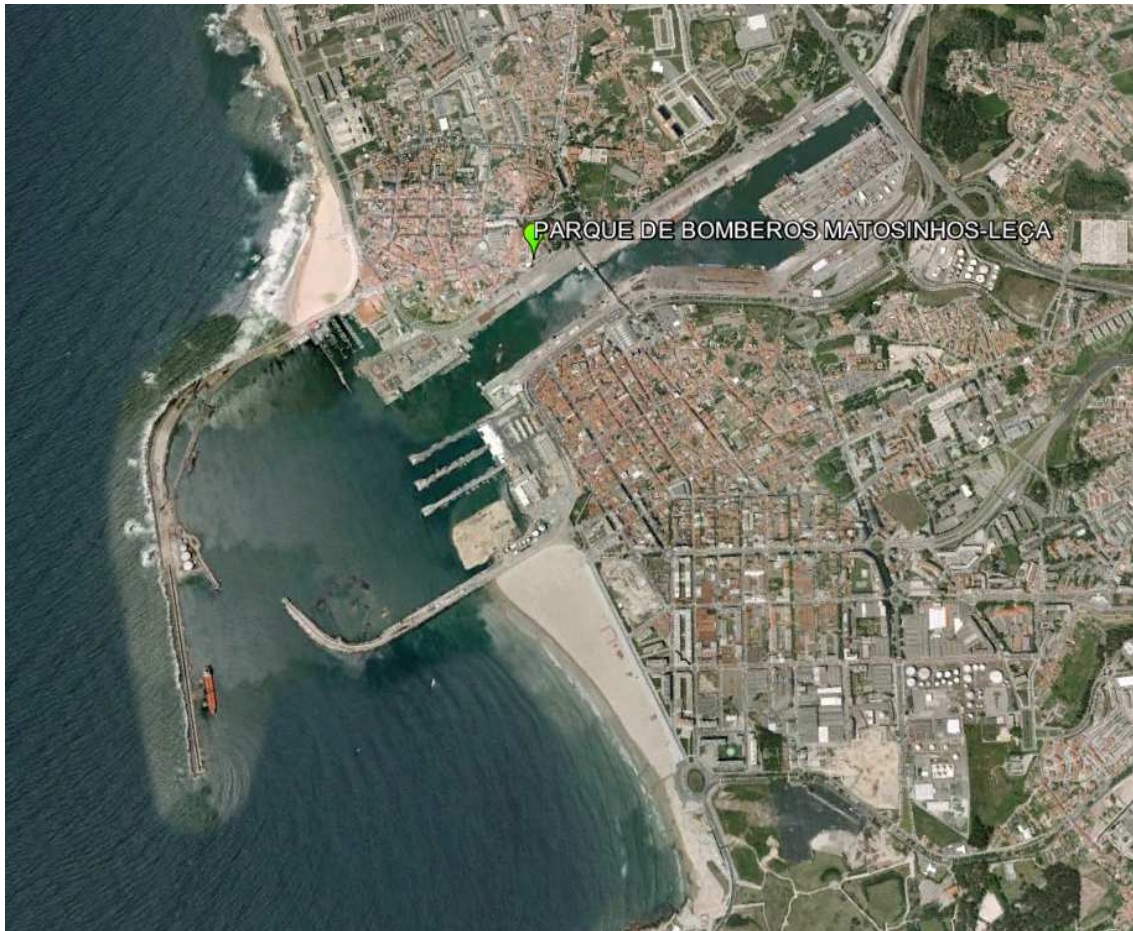


Figure 3: Localización parque de bomberos más cercano a la obra

La dirección y teléfono del mismo se indican a continuación:

➤ PARQUE DE BOMBEROS MATOSINHOS-LEÇA

Av. Dr. Antunes Guimarães

4450 Matosinhos

Portugal

+351 22 998 4190

2.5.DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

A grandes rasgos, la actuación se basa en realizar tres actuaciones principales:

- Demolición del morro del dique actual.
- Construcción de 300 m de dique de abrigo en talud, prolongados con un

ángulo abierto de 30 grados con respecto al dique en talud ya existente.

A continuación se detallan una a una dichas actuaciones.

La prolongación del dique de abrigo exige la demolición del morro del dique actual.

El proceso de ejecución de esta unidad de obra constará de las siguientes actividades:

- Adecuación de la superficie y accesos.
- Demolición del morro del dique actual.
- Vertido del todo uno que forma el núcleo del nuevo dique de abrigo y verificación continua mediante eco-ondas de la sección.
- Colocación del material mediante gánguiles hasta alcanzar cota superior a la superficie del agua. Entonces, se colocará el material con ayuda de una retroexcavadora situada sobre la superficie de la plataforma de relleno, sin aproximarse al borde del talud para evitar los deslizamientos del material que pueden producir accidentes.
- Finalmente, se coloca el material del borde superior externo del manto.

2.6.PRESUPUESTO DE LA OBRA

El presupuesto para la ejecución material de las obras previstas en el presente Proyecto Constructivo es de 27.352.236,66 €, cifra que no incluye el 21 % de IVA, ni el beneficio industrial ni los gastos generales. De este valor, 75.870,43 € es para el presente Estudio de Seguridad y Salud.

El presupuesto de la obra queda detallado en el DOC. Nº 4: PRESUPUESTO del presente proyecto.

2.7.PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

La ejecución de la obra está prevista, de acuerdo con lo establecido en la Memoria del presente Proyecto Constructivo, con un plazo de 13 meses.

2.8.NÚMERO MÁXIMO DE TRABAJADORES EN OBRA

Según el plan de obra considerado para la ejecución de las obras previstas en el presente Proyecto Constructivo, se establece que la máxima cantidad de trabajadores que habrá en la obra es de 30 trabajadores.

2.9.INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Los elementos que se considera puedan estar más afectados por la obra proyectada son los siguientes:

- Circulación vial ordinaria en las carreteras del entorno del municipio donde se ubica la obra, por el tráfico y estacionamiento de vehículos pesados de transporte de materiales de obra.
- Interferencia del tráfico de vehículos de obra con el tránsito de peatones por el municipio y el puerto.
- Se evitará afectar al tráfico de embarcaciones.

2.10. UNIDADES CONSTRUCTIVAS QUE COMPONEN LA OBRA

Todas las obras mencionadas están debidamente detalladas en localización, dimensiones, características y especificaciones en los distintos documentos que integran el presente proyecto.

➤ Obras terrestres:

- Replanteos.
- Hormigonado en masa y encofrado.
- Colocación de los bloques cúbicos de hormigón.
- Carga, transporte y descarga de materiales.
- Transporte y vertido de escolleras y material todo uno.

➤ Obras marítimas:

- Replanteos.
- Vertido de escolleras y material todo uno del contradique de la isla mayor de la Zona de Baños.

- Vertido en el nuevo dique de los bloques cúbicos del contradique del que se prevé su demolición.
- Montaje, explotación y retirada de la tubería de vertido.

3. MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES

3.1.MAQUINARIA PREVISTA

Durante la ejecución del presente proyecto está prevista la utilización de la siguiente maquinaria:

- Gánguil o pontona.
- Martillo rompedor.
- Retroexcavadora.
- Retroexcavadora mixta.
- Pala cargadora.
- Motovolquete (dumper).
- Camión cisterna.
- Camión de transporte.
- Camión grúa.
- Grúa móvil autopropulsada.
- Camión hormigonera.
- Vibradores eléctricos.
- Motoniveladora.
- Extendedora.
- Compactadora.
- Rodillos vibrantes autopropulsados.
- Grupos electrógenos.
- Compresor.
- Martillos neumáticos.
- Martillo de perforación.
- Tronzadora para madera.

- Equipo de soldadura eléctrica.
- Equipo de oxicorte.
- Pistola fija-clavos.
- Tijera de ferralla.

3.2.EQUIPOS AUXILIARES PREVISTOS

Se prevén los siguientes equipos auxiliares durante la ejecución de la obra:

- Encofrados metálicos y de madera.
- Escaleras de mano.
- Cables, cadenas, eslingas y aparejos de izado.
- Cubilote.

4. RIESGOS LABORALES

4.1.RIESGOS GENERALES PROFESIONALES

4.1.1. En obras marítimas

- Hundimiento y vuelco de embarcaciones
- Ruptura de amarres de las embarcaciones
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de operarios al mar
- Trabajos de submarinismo
- Caídas de elementos suspendidos
- Ruidos
- Golpes con objetos y herramientas
- Entes extraños en los ojos
- Arrastre de personal debido al temporal

4.1.2. En obras terrestres

- Circulación de camiones
- Desprendimiento de material de la cuchara, pala o camión

- Caída de personas
- Polvo
- Vuelcos o falsas maniobras de maquinaria y camiones
- Ruidos
- Quemaduras

4.2.RIESGOS DEBIDOS A UNIDADES CONSTRUCTIVAS

4.2.1. En replanteo

- Caída de personas y objetos en las cubiertas de embarcaciones al mismo nivel o a distinto nivel.
- Interferencias con otras embarcaciones.
- Ahogamiento de personas por caídas al mar.
- Atropellos por maquinaria y vehículos.
- Caídas a igual o distinto nivel.
- Golpes y proyecciones.
- Electrocución.
- Polvo.
- Ruido.

4.2.2. En vertido de escollera y bloques por mar

- Riesgos propios de los buzos o submarinistas.
- Hundimiento o vuelco durante la carga y en la navegación de gánguil, draga o cualquier otra embarcación.
- Interferencia con otras embarcaciones.
- Ahogamiento por caída al mar de personas.
- Caída a las cubiertas de las embarcaciones.
- Proyecciones al descargar sobre embarcaciones desde el cargador.
- Ruptura de amarre de las embarcaciones.

4.2.3. En cargas de escollera y bloques en gánguiles o pontonas

- Caída del material sobre el personal, por situarse en un sitio inseguro

cerca del cajón de los camiones al bascular la carga, o de la grúa.

- Atropello por vehículos y maquinaria del personal, por colocarse en el radio de acción de los camiones y las grúas durante sus maniobras.
- Descargas eléctricas por anomalías o malas conexiones del servicio de iluminación.
- Colisión y vuelco de vehículos.
- Colisiones por circulación en zonas de poca visibilidad en zonas de trabajo.
- Caída de cargas suspendidas por deficiente sujeción o rotura de los elementos de izado.
- Caída de camiones al agua por falsas maniobras o por no disponer de topes adecuados a las proximidades del borde del dique.
- Caída del tractor al agua por acercarse demasiado al borde de los bloques en las operaciones de espaciado en punta o por desplazamiento del talud.
- Accidentes por interferencias de cajas de camión, grúas u otros elementos móviles con líneas eléctricas o pasos inferiores.
- Causas atmosféricas desfavorables.
- Caídas de material de los camiones.
- Caídas de personas a igual o distinto nivel.
- Caídas sobre cubiertas de otras embarcaciones.
- Polvo.
- Ruido.
- Pinchazos y golpes contra obstáculos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

4.2.4. En vertido de escolleras y bloques por tierra

- Caída del material sobre el personal, por situarse en un sitio inseguro cerca del cajón de los camiones al bascular la carga, o de la grúa.
- Atropello por vehículos y maquinaria del personal, por colocarse en el radio de acción de los camiones y las grúas durante sus maniobras.

- Descargas eléctricas por anomalías o malas conexiones del servicio de iluminación.
- Colisión y vuelco de vehículos.
- Caída de camiones al agua por falsas maniobras o por no disponer de topes adecuados a las proximidades del borde del dique.
- Caída del tractor al agua por acercarse demasiado al borde de los bloques en las operaciones de espaciado en punta o por desplazamiento del talud.
- Polvo.
- Ruido.
- Pinchazos y golpes contra obstáculos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

4.2.5. Encofrados y hormigones

- Riesgos derivados del manejo de encofrados.
- Riesgos derivados del hormigonado con cubilote.
- Riesgos derivados del hormigonado en bomba (rotura de tuberías y mangueras, averías en el compresor,...)
- Caídas desde altura o a nivel.
- Atrapamientos.
- Golpes contra obstáculos,
- Eczemas y causticaciones por contacto con cemento y hormigón.
- Riesgos propios de la instalación de fabricación de hormigón.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Trabajos sobre superficies húmedas.
- Vibraciones por manejo de vibrador.
- Contacto eléctrico.

4.2.6. Demoliciones y excavaciones

- Riesgos propios de la maquinaria de demolición y excavación.
- Atropellos.

- Caídas al mismo nivel o a distinto nivel.
- Golpes.
- Caídas dentro de zanjas.
- Derribo de paredes, muros,...
- Polvo.
- Ruido.
- Vibraciones.

4.2.7. En instalación de redes

- Caídas de personas.
- Caídas de materiales.
- Cortes y golpes por manejo de herramientas manuales.
- Electrocución.

4.2.8. Colocación de equipos

- Ahogamiento por personas caídas al mar.
- Caídas a igual o distinto nivel.
- Caídas de materiales u objetos.
- Golpes y proyecciones.
- Atrapamientos.
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Electrocución por contactos eléctricos directos o indirectos.
- Salpicaduras en los ojos.
- Polvo.
- Ruido.

4.2.9. En instalación eléctrica

- Caídas de personas.
- Caída de materiales
- Cortes y golpes por manejo de herramientas manuales.
- Electrocución por contacto con líneas eléctricas.

- Riesgos propios de maquinaria eléctrica.

4.2.10. Riesgo de incendios

- En almacenes y oficinas.
- En vehículos.
- En instalaciones eléctricas.
- En encofrados o acopios de madera.
- En depósito de combustible.

4.3.RIESGOS ORIGINADOS POR INSTALACIONES AJENAS A LA OBRA

Riesgos, fundamentalmente, de electrocución, quemaduras, asfixia por la posible interferencia con servicios existentes, que en la fase de ejecución de las obras no se afectan y temporalmente serán considerados como ajenas o susceptibles de interferir en la obra.

4.4.RIESGOS DE DAÑOS A TERCEROS

- Riesgos de atropellos, caídas a igual o distinto nivel, proyecciones de partículas y choques de vehículos, producidos por la posible interferencia en la obra entre vehículos y personas ajenas a ella.
- Producidos por circulación de vehículos de obra por vías públicas.
- Abordajes y colisiones en el mar.
- Proyecciones en voladuras.
- Vibraciones en voladuras.
- Existencia de bañistas, barcos y curiosos en las proximidades de la obra.
- Ruidos, olores, polvo y humo producidos por la maquinaria de obra.

4.5.RIESGOS DEBIDOS A MAQUINARIA Y EQUIPOS AUXILIARES PREVISTOS

4.5.1. Maquinaria

- En martillo rompedor:
 - Vuelco de vehículo.

- Golpes y contusiones.
- Colisiones y atropellos.
- Proyecciones de objetos o partículas.
- En retroexcavadora:
 - Vuelco de vehículo.
 - Golpes y contusiones.
 - Caída a distinto nivel por transformar personas en el cazo.
 - Colisiones y atropellos.
- En retroexcavadora mixta:
 - Vuelco del vehículo. Golpes y contusiones.
 - Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
 - Colisiones y atropellos.
- En pala cargadora:
 - Vuelco del vehículo.
 - Golpes y contusiones.
 - Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
 - Colisiones y atropellos.
- En motovolquete:
 - Vuelco del vehículo. Golpes y contusiones.
 - Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo. Colisiones y atropellos.
 - Los derivados de la vibración durante la conducción.
 - Golpes de manivela durante la puesta en marcha.
- ➤ En camión cisterna:
 - Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina. Atropello de personas.
 - Los derivados de las operaciones de mantenimiento. Vuelco del camión.
 - Choque con otros vehículos
 - En camión de transporte
 - Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina. Atropello de

personas.

- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja. Los derivados de las operaciones de mantenimiento. Vuelco del camión.
- Choque con otros vehículos.

➤ En camión grúa:

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina. Atropello de personas.
- Golpes por la carga.
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento. Vuelco del camión.
- Choque con otros vehículos. Desplomes de elementos izados

➤ En grúa móvil autopropulsada:

- Vuelco de la grúa.
- Atropello de personas.
- Atrapamientos.
- Los derivados de las maniobras de mantenimiento. Contactos con líneas eléctricas.
- Desplome de la estructura de montaje. Caídas al subir o bajar de la máquina. Caída de la carga suspendida.
- Golpes con la carga suspendida.

➤ En camión hormigonera:

- Colisiones y atropellos.
- Golpes con la canaleta de vertido del hormigón.
- Vuelco del vehículo.

➤ En vibradores eléctricos:

- Vibraciones.
- Contactos eléctricos.
- Proyección de lechadas.

➤ En motoniveladora:

- Derivado de las operaciones de mantenimiento.
- Choque con otros vehículos.

- Atropello de personas.
- Atrapamiento.
- Vuelco de la máquina.
- En extendedora:
 - Los derivados del trabajo en altas temperaturas.
 - Los derivados de la inhalación de vapores de betún asfáltico.
 - Atropello de personas.
 - Atrapamientos.
 - Quemaduras.
 - Sobreesfuerzos.
- En compactadora de neumáticos:
 - Los derivados de los trabajos a altas temperaturas.
 - Los derivados de la inhalación de vapores de betún asfáltico. Atropello de personas.
 - Derivados de las operaciones de mantenimiento. Choque con otros vehículos.
 - Atrapamientos. Vuelco de la máquina.
- En rodillos vibrantes autopropulsados:
 - Caídas a distinto nivel al subir y bajar de la máquina. Atropello de personas.
 - Derivados de las operaciones de mantenimiento. Vuelco de la máquina.
 - Choque con otros vehículos.
- En grupos electrógenos:
 - Explosión al cargar combustible. Contactos eléctricos.
- ➤ En compresor:
 - Vuelcos durante el transporte. Golpes por la descarga.
 - Ruido.
 - Rotura de la manguera de presión.
 - Por emanación de gases tóxicos del tubo de escape.
- En martillos neumáticos:

- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro.
- Lesiones por rotura de las mangueras neumáticas.
- Proyección de objetos o partículas.
- En martillo de perforación:
 - Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro.
 - Lesiones por rotura de las mangueras neumáticas.
 - Proyección de objetos o partículas.
- En tronadora para madera:
 - Cortes en dedos o manos.
 - Golpes por rechazo o lanzamiento de la pieza a cortar contra el operario.
- En equipo de oxicorte:
 - Explosión. Proyecciones.
 - Quemaduras.
 - Derivados de la inhalación de humos tóxicos. Desprendidos de la fusión.
 - Heridas en los ojos por objetos extraños.
- En pistola fija-clavos:
 - Al nivel sonoro del disparo.
 - Disparo accidental sobre personas.
 - Derivados de la manipulación de los cartuchos impulsores.
 - Proyección de partículas y clavos.
- En tijera de ferralla:
 - Cortes en dedos y manos.
 - Golpes o heridas por manipulación de la ferralla.
- En lanza de agua mecánica:
 - Cortes en dedos y manos.
 - Golpes o heridas por manipulación de la lanza.
 - Proyección de agua a presión sobre partes vitales.
 - Derivadas de la rotura de conducciones a presión.

- Caídas al agua de personas.
- Ruidos.

4.5.2. Equipos auxiliares

- En andamios tubulares:
 - Caídas a distinto nivel.
 - Desplome del andamio.
 - Caída de objetos.
 - Atrapamientos.
- En encofrados metálicos y de madera:
 - Caídas a distinto nivel o en el interior del encofrado.
 - Desplome de las piezas de los encofrados.
 - Caída de objetos.
 - Atrapamiento entre juntas.
 - Golpes durante el montaje y desmontaje de piezas.
- En escalera de mano: Caídas a distinto nivel.
 - Desplazamiento por apoyo incorrecto. Vuelco lateral por apoyo irregular.
 - Caída de objetos.
 - Rotura por defectos ocultos.
- En cables, cadenas, eslingas y aparejos de izado:
 - Caída del material por defectos de los elementos de izado.
 - Caída del material por mal eslingado de la carga.
- Cubilote:
 - Caída de la carga.
 - Atrapamientos.

5. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En este apartado se van a detallar todos los elementos de prevención de los riesgos mencionados en el apartado 4 del presente estudio de seguridad y salud.

5.1.PROTECCIONES INDIVIDUALES

Las protecciones individuales para los trabajadores serán las siguientes:

- Casco de seguridad homologado clase E-AT, para todo el personal de la obra, incluso los visitantes.
- Gafas antipolvo para trabajos de perforación, instalación de machaqueo,...
- Gafas contra impactos para puesta en obra de hormigón y trabajos donde puedan proyectarse partículas (uso de radial, taladros, martillos,...).
- Gafas de seguridad para oxicorte.
- Protectores acústicos para trabajadores con martillos neumáticos, próximos a compresores,...
- Mascarilla antipartículas con filtro recambiable, para trabajos con ambiente pulvígeno.
- Filtro para mascarilla antipolvo.
- Cinturón de seguridad en montaje de instalaciones, cantera y en aquellos trabajos de altura que careciesen de protección colectiva.
- Cinturón de seguridad amortiguador de caída.
- Cinturón antivibratorio para trabajadores con martillos neumáticos y maquinistas.
- Mono o buzo de trabajo.
- Impermeables para casos de lluvia o con proyección de agua.
- Guantes dieléctricos.
- Guantes de goma finos.
- Guantes de neopreno para la puesta en obra del hormigón, trabajos de albañilería,...

- Guantes de uso general para manejo de materiales agresivos mecánicamente (cargas y descargas, manipulación de piezas prefabricadas y tubos,...).
- Botas de agua para puestas en obra de hormigón y trabajos en zonas húmedas o mojadas.
- Botas de seguridad homologadas clase III, para todo el personal de la obra, incluido subcontratas.
- Botas aislantes de electricidad para los electricistas.
- Equipo subacuático.
- Chalecos reflectantes para señalistas y trabajadores en vías de tráfico.
- Chalecos salvavidas para todo el personal que trabaja en embarcaciones y en partes de la obra con riesgo de caída al agua.
- Aro salvavidas con rabiza y luz reglamentaria en embarcaciones, artefactos flotantes y zonas de trabajo al borde del mar.

5.2.PROTECCIONES COLECTIVAS

En su conjunto son las más importantes y se emplean de acorde a las distintas unidades o trabajos a ejecutar.

También en ellas se pueden distinguir dos tipos de protecciones:

- De protección general: que estarán presentes durante toda la ejecución de la obra.
- De protección específica: se emplearán sólo para determinados trabajos.

A continuación se procede a su comentario detallado.

5.2.1. Cerramientos o delimitaciones de paso

Al margen de las barandillas provisionales que se deban poner para la realización de las distintas unidades de obra, se atenderá de forma general a:

- Todos los muros que en zona de acceso a personas queden a una altura inferior a 90 cm y presenten riesgos de caída de altura de 2 o más

metros, se suplementarán mediante barandillas.

- El acceso al muelle de descarga para el gánguil deberá disponer de dispositivos de señalización del lugar de vertido

5.2.2. Señalización

La señalización tiene una utilización general en toda la obra y la correcta utilización de estas señales y el cumplimiento de sus indicaciones evitarán las situaciones peligrosas y numerosos accidentes.

La señalización cumplirá la siguiente normativa:

- Decreto-Lei nº 141/95 de 14 de Junho
- Portaria nº 1456-A/95 de 11 de Dezembro
- Decreto Regulamentar nº 22-A/98 de 1 de Outubro
- Decreto Regulamentar nº 41/2002 de 20 de Agosto
- Decreto Regulamentar no 13/2003 de 26 de Junho

Que regula sobre los siguientes ámbitos:

- Señales de prohibición.
- Señales de obligación.
- Señales de advertencia.
- Señales de salvamento.

5.2.3. Instalación eléctrica

La instalación eléctrica cumplirá lo establecido en el Decreto-Lei nº 740/74 de 26 de Dezembro.

Los cuadros de distribución estarán formados por armarios metálicos normalizados, con placa de montaje al fondo, fácilmente accesible desde el exterior. Dispondrán de puerta con una cerradura de resbalón con llave de triángulo, y con posibilidad de poner candado. Además contarán con:

- Seleccionador de corte automático.
- Toma de tierra.
- Interruptor diferencial.

El interruptor diferencial será de media sensibilidad, es decir, de 300 mA, en caso de que todas las máquinas y aparatos estén puestos a tierra, y los valores de las resistencias de éstas no sobrepasen los 20 Ohmios.

Para la protección contra sobrecargas y cortocircuitos dispondrán de fusibles o interruptores automáticos del tipo magneto-térmico.

En caso de utilización de máquinas portátiles en zonas de gran humedad, se contará con transformadores de intensidad a 24V y se trabajará con esta tensión de seguridad.

5.2.4. Medidas de seguridad en instalaciones eléctricas

Como normas generales de actuación con estas instalaciones deben observarse las siguientes:

- Los bornes, tanto de cuadros como de máquinas, estarán protegidos con material aislante.
- Los cables de alimentación a máquinas y herramientas tendrán cubiertas protectoras, serán de tipo antihumedad y no deberán estar en contacto o sobre el suelo en zonas de tránsito.
- Está totalmente prohibido la utilización de las puntas desnudas de los cables, como clavijas de enchufe macho. En los almacenes de obra se dispondrá de recambios.
- Todas las líneas eléctricas quedarán sin tensión al dar por finalizado el trabajo, mediante corte del seccionador general.
- La revisión periódica de todas las instalaciones es condición imprescindible. Se realizará con la mayor escrupulosidad por personal especializado.
- Se señalará mediante carteles, el peligro de riesgo eléctrico así como el momento en que se están efectuando trabajos de conservación.

5.2.5. Medidas de seguridad contra el fuego

- Designación de un equipo especialmente adiestrado en el manejo de estos medios de extinción.
- Se cortará la corriente desde el cuadro general, en previsión de

cortacircuitos, una vez finalizada la jornada laboral.

- Se prohibirá fumar en las zonas de trabajo donde exista un peligro evidente de incendio, debido a los materiales que se manejan.
- Se prohibirá el paso a personas ajenas a la obra.

5.2.6. Iluminación

- Los trabajos se realizarán con buena iluminación. En caso de tener que realizar trabajos en horas nocturnas, se utilizará iluminación artificial con valores de intensidad de 50 a 100 lux.

5.2.7. Marinas

- Protección en Barcos a base de cables de acero como barandillas a los que se deberá enganchar el mosquetón del arnés de seguridad para que en caso de caída al agua sea fácil rescatar el hombre caído.
- Es obligatorio que cada persona que suba a una embarcación o medio flotante deberá llevar puesto el arnés de seguridad y el salvavidas.
- Boyas de acotación de los trabajos.
- Se dispondrá constantemente de una embarcación auxiliar.

5.3.PREVENCIÓN DE RIESGOS Y PROTECCIONES COLECTIVAS EN UNIDADES CONSTRUCTIVAS

5.3.1. El replanteo

- Prevención de los riesgos y medidas de seguridad y salud:
 - Se realizará con la suficiente antelación en los trabajos junto a circulación de vehículos la señalización oportuna para cortes, desvíos,...
 - En los trabajos marítimos se asegurará al personal mediante salvavidas y arneses de seguridad. Quedando prohibida esta actividad con mal tiempo y mar agitado.
 - En los trabajos de altura se tendrá en cuenta que deberán realizarse desde lugares dotados de barandillas, protegidos mediante redes, o en último caso mediante cinturón de seguridad anclado a lugar rígido. Las

plataformas de acceso serán seguras.

- Se utilizará ropa de trabajo con elementos reflectantes.
- El calzado de seguridad será de clase III y con tobillera reforzada.

➤ Protecciones individuales:

- Mono o buzo de trabajo.
- Gafas contra-impactos.
- Mascarilla anti-polvo.
- Guantes.
- Bota de protección de puntera.
- Protector auditivo.
- Chaleco salvavidas.
- Arnés de seguridad.

5.3.2. Movimiento de tierras, excavación de zanjas y pedraplenes

Para los trabajos de excavaciones y movimientos de tierra en general, se utilizará la maquinaria adecuada para cada caso, como puede ser la retroexcavadora, camiones, volquetes,...

➤ Prevención de los riesgos y medidas de seguridad y salud:

- A nivel de suelo se acotarán las áreas de trabajo.
- Previo a la iniciación de los trabajos se estudiarán las repercusiones del vaciado en las áreas colindantes y se resolverán las interferencias con las canalizaciones de servicios existentes. La maquinaria a emplear mantendrá las distancias de seguridad con las líneas de conducción eléctricas.
- Los materiales necesarios, en su caso, para refuerzo y entibado se acopiarán en obra con antelación suficiente para que el avance de la excavación sea seguido con la inmediata colocación de los mismos.
- Se sanearán las paredes y los bordes de la excavación siempre que existan elementos sueltos o zonas inestables.
- Reconocer el estado del terreno y, en su caso, entibaciones y refuerzos antes de iniciarse el trabajo diario (especialmente después de las

lluvias).

- El acceso del personal a las excavaciones o vaciados que no superen los 5 metros podrá efectuarse mediante escaleras de mano que estarán debidamente ancladas y dispondrán de zapatas antideslizantes. La escalera sobrepasará el valor de 1 metros, como mínimo, el borde de la zanja.
 - En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
 - Los productos de excavación que no se lleven al vertedero, se colocarán a una distancia del borde igual o superior a la mitad de la profundidad de ésta.
 - Las áreas de trabajo, en las que el avance de la excavación determine el riesgo de caída de altura, se acotarán debidamente con barandilla de 0,90 metros de altura siempre que se prevea la circulación de personas o vehículos en las inmediaciones.
 - El movimiento de vehículos de excavación y transporte se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.
 - Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento lo anunciará con una señal acústica.
 - Periódicamente se pasará revisión a la maquinaria de excavación y transporte, con especial atención al estado de mecanismo de frenado, dirección, elevadores hidráulicos, señales acústicas e iluminación.
- Protecciones individuales:
- Casco de seguridad.
 - Calzado de seguridad.
 - Protección auditivo.
 - Gafas anti-polvo.
 - Cinturón anti-vibratorio.
 - Buzo de trabajo.

- chaleco salvavidas.

5.3.3. Obras de colocación de escolleras y bloques

➤ Prevención de los riesgos y medidas de seguridad y salud:

- Antes de iniciar las maniobras de enganche de los elementos prefabricados a los aparejos de izado se asegurará que los gatos estabilizadores están correctamente situados y las ruedas inmovilizadoras funcionan correctamente.
- Las maniobras serán dirigidas por personal especialista.
- Los ganchos de la grúa estarán dotados de pestillo de seguridad.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante.
- Las eslingas utilizadas para el izado de los prefabricados en ningún momento deberán trabajar con ángulos superiores a noventa grados y además cumplirán con lo especificado para ellas en el apartado de equipos auxiliares.
- La carga deberá sujetarse bien y estar centrada.
- En todo momento el gruista deberá tener a la vista la carga suspendida.
- No se realizarán en ningún momento tirones sesgados de las cargas en suspensión.
- El camión grúa se situará siempre en terrenos estables y seguros.
- Antes de iniciar el izado de la carga deberá cerciorarse que la pluma o brazo de la grúa tiene la longitud adecuada.
- Se suspenderá la operación de colocación cuando el viento reinante pueda poner en peligro a los trabajadores.
- No se permanecerá bajo el radio de acción de cargas suspendidas. Se acotarán las zonas específicas.

➤ Protecciones individuales:

- Casco de polietileno.
- Cinturón de seguridad.
- Guante anti-corte.

- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Monos de trabajo.

5.3.4. Colocación de encofrados

➤ Prevención de los riesgos y medidas de seguridad y salud:

- Antes de iniciar las maniobras de enganche de los elementos prefabricados de encofrado a los aparejos de izado se asegurará de que los gatos estabilizadores están correctamente situados y las reudas inmovilizadas.
- Las maniobras serán realizadas por personal especialista.
- Los ganchos de la grúa estarán dotados de pestillo de seguridad.
- No se debe sobrepasar la carga máxima admisible fijada por el fabricante.
- Las eslingas utilizadas para el izado de los encofrados en ningún momento deberán trabajar con ángulos superiores a noventa grados y además cumplirán con lo especificado para ellas en el apartado de equipos auxiliares.
- La carga deberá sujetarse bien y estar centrada.
- En todo momento el gruista deberá tener la carga a la vista.
- No se realizarán en ningún momento tirones sesgados de las cargas de suspensión.
- El camión grúa se situará siempre en terrenos seguros y estables.
- Antes de iniciar el izado de la carga deberá cerciorarse que la pluma o brazo de la grúa tiene la longitud adecuada.
- Se suspenderá la operación de colocación cuando el viento reinante pueda poner en peligro a los trabajadores.
- No se permanecerá bajo el radio de acción de las cargas suspendidas. Se acotarán las zonas específicas.
- En los encofrados sumergidos, el buzo revisará la posible existencia de agujeros, grietas u otras vías de fuga de material.
- Con anterioridad al vertido del hormigón en los moldes o en los recintos

de encofrado se revisará la correcta fijación de éstos y su estado para prevenir roturas, reventones o derrames innecesarios o peligrosos.

- En caso de colocación en su ubicación definitiva mediante el sistema de varado de la estructura entera, transporte a su ubicación definitiva y hundido controlado hasta su posición, éste se realizará en presencia de personal técnico, así como en la presencia de buzos que asegurarán que la maniobra de hundido se realiza correctamente.

➤ Protecciones individuales:

- Casco de polietileno.
- Cinturón de seguridad.
- Guantes anti-corte.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Monos de trabajo.
- Gafas, mandil de cuero, polainas y guantes en el tajo de soldadura.
- Pantalla o yelmo de soldador.
- Chaleco salvavidas.
- Equipo de submarinista

5.3.5. Hormigonado por vertido directo

➤ Prevención de los riesgos y medidas de seguridad:

- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas de pendiente moderada o fuerte.
- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás, que por otra parte siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo. Tampoco se situarán en el lugar de hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 metros, como norma general, del borde de la excavación.

- Para el hormigonado de volúmenes de profundidad superior a 1 metros se instalarán protecciones en su borde (barandillas, redes,...) para impedir la caída de personas.
- En todos los casos los vibradores estarán provistos de toma de tierra.
- Protecciones individuales:
 - Casco de seguridad.
 - Guantes para manipulación de objetos. Guantes de goma.
 - Calzado impermeable al agua y a la humedad. Buzo de trabajo.
 - Gafas de seguridad.

5.3.6. Hormigonado con cubilote

- Prevención de los riesgos y medidas de seguridad:
 - No se cargará el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa. Se señalará expresamente el nivel de llenado equivalente al peso máximo.
 - Se prohíbe rigurosamente a persona alguna permanecer debajo de las cargas suspendidas por las grúas.
 - Se obligará a los operarios en contacto con los cubilotes el uso de guantes protectores.
 - Los cubilotes se guiarán mediante cuerdas que impidan golpes o desequilibrios a las personas.
 - Para el hormigonado de volúmenes de profundidad superior a 1 metros se instalarán protecciones en su borde (barandillas, redes,...) para impedir la caída de personas.
 - En todos los casos los vibradores estarán provistos de toma de tierra.
- Protecciones individuales:
 - Casco de seguridad.
 - Guantes para manipulación de objetos. Guantes de goma.
 - Calzado impermeable al agua y a la humedad.
 - Buzo de trabajo.

- Gafas de seguridad. Cinturón de seguridad.

5.3.7. Vertidos y compactación

- Prevención de los riesgos y medidas de seguridad y salud:
 - Se delimitarán las zonas de trabajo para evitar la presencia de personal a la estrictamente necesaria.
 - Se mantendrán las protecciones, pasarelas y señalización en los puntos en los que exista desnivel para evitar caídas del personal.
 - No se permitirá la presencia de personas bajo el radio de acción de las máquinas.
 - Los conductores de los rodillos vibrantes serán operarios de probada destreza en el manejo de estas máquinas en prevención de riesgos por impericia.
 - Se regará con la frecuencia necesaria para evitar la formación de polvo.

5.3.8. Dragado de materiales

- Prevención de los riesgos y medidas de seguridad y salud:
 - Se delimitarán las zonas marinas de trabajo mediante la señalización visible nocturna y diurna pertinente para evitar la invasión de la misma por embarcaciones ajenas a la obra y usuarios de las playas anejas.
 - Los pilotos de las embarcaciones y de la maquinaria propia (dragas, gánguiles,...) serán operarios de titulación acreditada y destreza probada en el manejo de estos aparatos.
 - Se vigilará constantemente por operarios desde tierra y embarcaciones, la inexistencia de personas, animales y obstáculos en el área de trabajo (zonas de extracción y vertido) durante las fases de ejecución del mismo.
 - Se vigilará constantemente la clase y contenido del material extraído, bien en su vertido en la cántara o a la salida de las tuberías de impulsión.
 - Se alertará inmediatamente sobre la presencia entre el material extraído de restos arqueológicos, humanos u otros elementos que

puedan revestir valor o riesgo.

- Se seguirán las normas de seguridad y precauciones propias del trabajo a bordo de embarcaciones o plataformas marinas en cuanto a los riesgos de golpes o caídas al agua de operarios.

➤ Protecciones individuales:

- Casco de seguridad.
- Guantes para manipulación de material.
- Gafas de seguridad.
- Buzo de trabajo.
- Calzado impermeable al agua y a la humedad.
- Protector auditivo.
- Equipo de submarinista.
- Chaleco salvavidas.
- Cinturón de seguridad.

5.3.9. Demoliciones

Este apartado hace referencia a las obras de demolición de muros de espaldón, pavimentos, partes sumergidas y emergidas de muelles,... que pudiesen surgir a lo largo de la ejecución de los trabajos.

➤ Prevención de los riesgos y medidas de seguridad y salud:

- No se realizarán trabajos a más de 2 metros de altura sin disponer de plataformas adecuadas con sus correspondientes barandillas. El acceso a las plataformas se realizará mediante escaleras auxiliares. Es obligatorio la utilización del cinturón de seguridad.
- Se delimitará la zona próxima de trabajo de personas ajenas a la obra. En los periodos de actividad se extenderá a toda persona ajena al tajo específico de demolición.
- Se reconocerá, previamente, el estado de la obra de fábrica a demoler, analizando la existencia de grietas, elementos sueltos y zonas huecas.
- Se comprobará el funcionamiento, previo al inicio de la actividad diaria,

de la maquinaria de tipo neumático (compresores, martillos rompedores,...).

- El operario encargado del martillo rompedor y otros instrumentos de demolición se cerciorará de la presencia de otros operarios en su proximidad y avisará cada vez que inicie su actividad.
 - Se suspenderá la operación ante el riesgo de caída o desprendimiento de restos de obra de fábrica o elementos que por su tamaño, peso o forma fueran susceptibles de causar daño a los operarios, a la maquinaria o a las instalaciones próximas.
 - La maniobra de las retroexcavadoras y otros vehículos de carga a los bordes de muelle se hará guardando el margen de seguridad de 2 metros hasta el límite de la zona estructuralmente saneada.
 - El área afectada por el giro del brazo de la retroexcavadora estará controlada y libre de la presencia de operarios.
 - Siempre que un vehículo parado inicie un movimiento, lo anunciará con una señal acústica y/o visual.
 - Los productos de demolición se evacuarán a vertedero con la mayor celeridad posible. Los remanentes se amontonarán de modo estable en zonas marginales de modo que no impida la maniobra de los vehículos del tajo y el paso de operarios.
 - Periódicamente se pasará revisión a la maquinaria de excavación y transporte, con especial atención a los sistemas de frenado, dirección, actuación hidráulica, y señales visuales y acústicas.
- Protecciones individuales:
- Durante todo el período de actividad de las demoliciones, el personal operario extremará las medidas de protección individual contra el impacto de materiales, el polvo, el ruido y ante la circulación de maquinaria rodante.
 - Casco de seguridad.
 - Calzado de seguridad.

- Protector auditivo.
- Gafas contra impactos y anti-polvo.
- Guantes anti-corte.
- Cinturón anti-vibratorio.
- Buzo de trabajo.
- Chaleco salvavidas.
- Cinturón de seguridad.

5.3.10. Instalación de servicios y elementos auxiliares

- ➤ Prevención de los riesgos y medidas de seguridad y salud:
 - Todo el personal dispondrá de los elementos de protección personal exigidos por la Contrata tales como: casco, calzado de seguridad, guantes, gafas y ropa de trabajo adecuada.
 - No se realizarán trabajos a más de 2 metros de altura sin disponer de plataformas adecuadas con sus correspondientes barandillas. El acceso a las plataformas se realizará mediante escaleras auxiliares. Es obligatoria la utilización del cinturón de seguridad.
 - En el montaje de piezas servidas con grúas no se soltarán del gancho hasta que no esté garantizada su estabilidad mediante el apoyo en el suelo, fijación mediante tornillos o grapas,... El desmontaje no se iniciará mientras no esté la pieza a sacar perfectamente sujeta al gancho de la grúa.
 - Se evitará permanecer en la zona de barrido de cargas durante la operación de izado de motores y elementos auxiliares.
 - No se deberá utilizar el dumper sin autorización. Se desestimará su uso si carece de barras antivuelco.
 - Se desecharán los materiales o herramientas que se encuentren en mal estado.
 - No se usarán herramientas eléctricas si las conexiones no son seguras (cables pelados o aislamientos deteriorados), comunicando dicha anomalía a su mando inmediato.

- Se revisará periódicamente que las masas de los aparatos de soldadura eléctrica están puestas a tierra y que tanto las pinzas como cualquier otro elemento eléctrico del aparato están perfectamente aislados.
 - La realización de trabajos de soldadura u oxicorte se realizarán en lugares ventilados y se evitará que la llama o las chispas incidan en
 - personas o materiales, especialmente si estos son inflamables. Cuando los trabajos se realicen en el interior de recipientes y tuberías se establecerá una ventilación suplementaria.
 - Se cerciorará antes de su uso que el equipo de soldadura oxiacetilénica está provisto de válvulas antiretroceso y que las mangueras están en buen estado.
 - Se utilizarán carros para el transporte de las botellas de oxígeno y acetileno. El almacenamiento de las botellas tanto llenas como vacías se realizará colocadas de pie y sujetas, en lugares en sombra, ventilados y alejados del paso de maquinaria.
- Protecciones individuales:
- Casco.
 - Botas de seguridad.
 - Gafas antipartículas y antipolvo.
 - Cinturón de seguridad.
 - Mascarillas.
 - Guantes de goma y cuero.
 - Ropa de trabajo.

5.3.11. Instalaciones eléctricas

- Prevención de los riesgos y medidas de seguridad y salud:
- Durante el montaje de la instalación se impedirá, mediante carteles avisadores de riesgo, que nadie pueda conectar la instalación a la red. Se ejecutará como última fase de la instalación el cableado desde el cuadro general al de la compañía, guardando en un lugar seguro los mecanismos necesarios para efectuar la conexión en el cuadro (fusibles

y accionadores) que se instalarán poco antes de concluir la instalación.

- Antes de proceder a la conexión se avisará al personal de que se van a iniciar las pruebas de tensión instalándose carteles y señales de peligro de electrocución.
 - Antes de hacer las pruebas con tensión se ha de revisar la instalación cuidando de que no quedan accesibles a terceros las uniones, empalmes y cuadros. Se ha de comprobar la correcta disposición de fusibles terminales, protecciones diferenciales, puesta a tierra, y la cerradura de los cuadros.
 - Siempre que sea posible se enterrarán las mangueras eléctricas a modo de señalización y protección para el reparto de cargas. Se establecerán sobre las zonas de paso sobre las mangueras una línea de tablones señalizados en los extremos del paso con la señal de peligro de electrocución.
 - Los mangos de las herramientas manuales estarán protegidos con materiales dieléctricos, quedando prohibida su manipulación y alteración. Si el aislamiento está deteriorado se retirará de la herramienta.
 - Los montajes y desmontajes eléctricos serán efectuados por personal especializado con la documentación acreditativa correspondiente.
 - Todo el personal que manipule conductores y aparatos accionados por electricidad estará dotado de guantes y calzado aislante.
- Protecciones individuales:
- Botas aislantes de electricidad.
 - Casco de polietileno.
 - Guantes aislantes de electricidad.
 - Mono de trabajo.
 - Banqueta o alfombra aislante.
 - Comprobadores de tensión.
 - Herramientas aislantes.

5.4.PREVISIÓN DE RIESGOS EN INSTALACIONES AJENAS A LA OBRA

Los riesgos de instalaciones ajenas vienen dados por la posible existencia de servicios, en especial en lo referente a líneas eléctricas aéreas y enterradas, que durante un periodo de tiempo no se tocarán y quedarán cerca de la zona de actuación.

Toda la normativa de seguridad que se detalla a continuación estará supeditada a las instrucciones generales y específicas que suministre por escrito la compañía propietaria de los servicios interferidos. Únicamente se harán prevalecer las exigencias aquí indicadas en caso de que en algún apartado sus exigencias fueran inferiores a las presentes.

Las actuaciones previas que habrán de realizarse son las siguientes:

- Recopilación de información sobre las redes y líneas eléctricas existentes.
- Identificación de la compañía, así como las características de la línea en la zona de trabajo:
 - Tensión.
 - Altura de apoyos.
 - Distancia mínima entre conductores y el suelo.
- En el caso que las distancias más desfavorables entre la línea eléctrica y la zona de trabajo, la maquinaria o los vehículos que pasen por debajo de ellas, sean de menos de 5 metros tanto en sentido vertical como en horizontal, se realizarán las gestiones oportunas para conseguir el correspondiente descargo o desvío de línea.
- En caso de que no sea posible el descargo o desvío de la línea, o en caso de que existan dudas razonables sobre el corte de tensión efectuado por la compañía (indefinición de comienzo y fin del descargo, ausencia de justificación documental sobre la forma de realización del descargo,...) se considerará a todos los efectos que la línea sigue en tensión, por lo tanto se deberá seguir el siguiente procedimiento:
 - Aislar los conductores desnudos. El aislamiento sólo es posible para tensiones hasta 1000 V. La colocación y la retirada del aislamiento

deben hacerse por el propietario de la línea.

- Limitar el movimiento de traslación, de rotación y de elevación de las máquinas de elevación o movimiento de tierras por dispositivos de parada mecánicos.
- Limitar la zona de trabajo de las máquinas de elevación o movimiento de tierras, por barreras de protección.
 - Las barreras de protección son construcciones formadas generalmente por cerchas verticales cuyo pie está sólidamente afincado en el suelo y contraventadas unidas por largueros o tablas.
 - La dimensión de los elementos de las barreras de protección debe ser determinada en función de la fuerza de los vientos que soplan en la región.
 - El espacio vital máximo entre los largueros o las tablas no debe sobrepasar un metro.
 - En lugar de largueros o tablas se pueden utilizar cables de retención provistos de cartones de señalización. Los cables deben de estar bien tensos. El espacio vertical entre los cables de retención no debe ser superior a 50 cm.
 - Entre los largueros, tablas o cables se colocarán redes cuya abertura de las mallas no sobrepase los 6 cm para evitar que los elementos metálicos de andamios, máquinas,... puedan penetrar en la zona peligrosa.
 - Las barreras de protección, aros de protección, cables de retención y redes metálicas deben ser puestas a tierra conforme a las prescripciones.
 - Si las barreras de protección son ara el paso de máquinas o vehículos, deben colocarse barreras de protección a cada lado de la línea aérea.
 - La altura de paso máximo debe ser señalada por paneles apropiados fijados a las pértigas. Las entradas del paso deben

5.5.PREVENCIÓN DE RIESGOS A TERCEROS

Se realizarán las delimitaciones y señalizaciones necesarias para minimizar la posibilidad de entrada de personal ajeno.

La delimitación/señalización será mediante:

- Avisos al público colocados perfectamente verticales y en consonancia con su mensaje.
- Banda de acotamiento destinada al acotamiento y limitaciones de zanjas, así como a la limitación e indicación de pasos peatonales y de vehículos.
- Postes de soporte para banda de acotamiento, perfil cilíndrico y hueso de plástico rígido, color butano de 100 cm de longitud, con una hendidura en la parte superior del poste para recibir la banda de acotamiento.
- Adhesivos reflectantes destinados para las señalizaciones de vallas de acotamiento, paneles de balizamiento, maquinaria pesada,...
- Valla plástica tipo masnet de color naranja o metálica de 2 metros de altura para el acotamiento y limitación de pasos peatonales y de vehículos, zanjas y como valla de cerramiento. Se utilizará una u otro tipo en función de la gravedad de la lesión que pueda presentar el riesgo que se cubra con el citado cerramiento.
- Todos los desvíos, itinerarios alternativos, estrechamientos de calzada,... que se puedan producir durante el transcurso de la obra, se señalizarán debidamente.
- Para los trabajos en el mar se instalarán las balizas necesarias para evitar interferencias con embarcaciones ajenas a la obra.

5.6.PREVENCIÓN DE RIESGOS POR UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

5.6.1. Maquinaria

Previo a la entrada de cualquier tipo de maquinaria en obra, se exigirá que se encuentre en buenas condiciones de funcionamiento.

En cuanto a sus revisiones y normas de seguridad para los trabajos de

mantenimiento se contemplará lo dispuesto en su libro de instrucciones de uso.

➤ Gánguil o pontona:

- Se extremará el cuidado en las operaciones de carga y descarga.
- El capitán de la embarcación será siempre una persona cualificada.

➤ Draga o embarcaciones auxiliares:

- Se extremará el cuidado en las operaciones realizadas.
- El capitán de la embarcación será siempre una persona cualificada.

➤ Martillo rompedor:

- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- El maquinista será siempre una persona cualificada. Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás. Se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

➤ Retroexcavadora:

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo. El maquinista será siempre una persona cualificada.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás. Se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

➤ Retroexcavadora mixta

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo. El maquinista será siempre una persona cualificada.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás. Se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

➤ Pala Cargadora:

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás.
- Se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

➤ Motovolquete (dumper):

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.

➤ Camión cisterna:

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones se efectuará mediante escalerilla metálica.

➤ Camión de transporte:

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
- Antes de iniciar las maniobras de descarga del material se verificará que el freno de mano está puesto y que no hay personas o maquinaria detrás del camión.
- Se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones se efectuará

mediante escalerilla metálica.

➤ Camión grúa:

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- Antes de iniciar las maniobras con la grúa se colocarán calzos de inmovilización en las ruedas además de haber instalado el freno de mano.
- El ascenso y el descenso de las cajas de los camiones se efectuará mediante escalerilla metálica.
- Los gatos estabilizadores se apoyarán sobre terreno firme o sobre talones de 9 cm de espesor para utilizarlos como elementos de reparto.
- Se prohíbe sobre pasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa en función de la longitud en servicio del brazo.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro de radio de acción de la grúa.
- El gancho llevará las distancias de seguridad a las canalizaciones aéreas y subterráneas de servicios.

➤ Grúa móvil autopropulsada:

- Certificado de inspección realizado por una ECA mediante un procedimiento que sea conforme a las normas UNE relativas a grúas móviles y que sea, como mínimo, similar al protocolo ECA número PG-047. Dicho procedimiento incluirá los accesorios correspondientes: plumín, eslingas, grilletes,...
- Libro historial, para cada grúa, en el que figuren, además de los resultados de la inspección de la ECA, las revisiones de acuerdo con el artículo 103 punto 3 de la OGSHT.
- Gráfico de cargas y alcances en cabina, final de carrera del órgano de aprehensión e indicador de ángulo de la pluma.
- Báscula de pesada en grúas de más de 100 mT. Para grúas a partir de 60 mT la exigencia de báscula queda a criterio del Jefe de Obra en función del trabajo a desarrollar

- Documento acreditativo de que los conductores de las grúas poseen la formación necesaria, conociendo perfectamente:
 - Las normas EN 58-508-78 (utilización de grúas móviles) y 001 (ademanes de mando normalizados).
 - La OGSHT en especial los capítulos X (elevación y transporte) y XIII (protección personal).
- Los gatos estabilizadores se apoyarán sobre terreno firme o sobre tablones de 9 cm de espesor para utilizarlos como elementos de reparto
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa en función de la longitud en servicio del brazo.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la grúa.
- No se utilizará nunca para el transporte de personas.
- No se realizarán nunca tiros oblicuos.
- Cuando el viento será superior a 80 Km/h se suspenderán las maniobras.
- Se comprobarán periódicamente los elementos de izado.
- El gancho llevará pestillo de seguridad.
- Se guardarán las distancias de seguridad a las canalizaciones aéreas y subterráneas de servicios.
- Camión hormigonera:
 - Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
 - Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás.
 - Se vigilará el buen funcionamiento de las luces.
- Vibradores eléctricos:
 - Se conectarán al cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y con toma de tierra cuya resistencia no será superior de acuerdo con la sensibilidad del diferencial a la que garantice una tensión máxima de 24 V.
- Motoniveladora:

- No se permitirá la permanencia de la motoniveladora en marcha a otra persona que no sea el conductor.
- Los bordes de la motoniveladora estarán señalizados con bandas negras y amarillas.
- Extendedora:
 - No se permitirá la permanencia en la extendedora en marcha a otra persona que no sea el conductor.
 - Los bordes de la extendedora estarán señalizados con bandas negras y amarillas.
 - Se prohibirá el acceso a la regla vibrante de operarios durante el extendido.
- Compactadora de neumáticos:
 - La máquina estará en perfecto estado de funcionamiento.
 - El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
 - Antes de empezar a trabajar se comprobarán el estado y la presión de los neumáticos.
 - Está prohibido fumar al cargar combustible y al comprobar el nivel de la batería.
 - El ascenso y descenso de las cajas de la máquina se efectuará mediante escalera metálica.
 - Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la máquina.
 - Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás.
 - Se comprobará el buen funcionamiento de las luces.
- Rodillos vibrantes autopropulsados:
 - La máquina estará en perfecto estado de funcionamiento.
 - El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a

la señalización dispuesta.

- El ascenso y descenso de las cajas de la máquina se efectuará mediante escalera metálica.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la máquina.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás.
- Se comprobará el buen funcionamiento de las luces.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en la máquina.

➤ Grupos electrógenos:

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
- Al reponer combustible estará siempre parado y con las llaves de contacto retiradas.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Se conectarán al cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y con toma de tierra cuya resistencia no será superior de acuerdo con la sensibilidad del diferencial a la que garantice una tensión máxima de 24 V.

•

➤ Compresores:

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
- El compresor quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.
- Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, desechándose las que se observen deterioradas o agrietadas.
- Los mecanismos de conexión estarán recibidos mediante racores de presión.

- Martillos neumáticos:
 - Se revisarán diariamente las mangueras y elementos de sujeción.
- Tronzadora para madera:
 - El dispositivo de puesta en marcha debe estar situado al alcance del operario, pero de tal manera que resulte imposible ponerse en marcha accidentalmente.
 - La hoja de la sierra será de excelente calidad, y se colocará bien ajustada y prieta para que no se descentre ni se mueva durante el trabajo.
 - La hoja se protegerá por debajo, lateralmente con dos mamparas desmontables. Sobre la mesa se protegerá la parte posterior con un cuchillo divisor y la parte anterior con un cobertor regulable.
- Equipo de oxicorte:
 - Se utilizarán siempre válvulas antiretroceso.
 - El operario utilizará gafas de protección, mandil de cuero, manguitos y polainas.
 - Las válvulas de las botellas estarán protegidas por la correspondiente caperuza.
 - No se mezclarán botellas de distintos gases.
 - Se controlará el estado de las mangueras para prevenir la fuga de gases.
- Pistola fija-clavos:
 - El personal será especialista.
 - Utilizará además del equipo básico, protectores auditivos y gafas anti-impactos.
- Tijera de ferralla:
 - El personal operario será especialista y dotado de guantes de protección.
 - La posición de descanso será la de cuchillas cerradas.
- Lanza de agua:
 - El personal será especialista.
 - Se controlará el estado y la conexión de las mangueras.

- Se utilizará el equipo básico, chaleco salvavidas y gafas anti-impactos.

5.6.2. Equipos auxiliares

➤ Andamios tubulares:

- No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido antes el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.
- Las uniones de tubos se efectuarán mediante las mordazas y pasadores previstos, rechazando cualquier otra solución diferente al modelo.
- Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente después de su montaje.
- Las plataformas tendrán un mínimo de 60 cm de anchura. Se limitarán con barandilla de 90 cm de altura formada por: listón superior, intermedio y rodapié de 20 cm.
- El apoyo de los andamios se realizará, preferentemente, sobre tablones de reparto de cargas, en las zonas de apoyo directo sobre el terreno.
- Se prohíben los suplementos formados por bidones, pilas de materiales,...
- Los módulos base se arriostrarán mediante traveseros tubulares a nivel, por encima de 1,90 metros, y travesaños diagonales, con el fin de rigidizar perfectamente el conjunto.
- Los andamios se montarán a una distancia máxima de 30 centímetros del paramento vertical en el que se trabaja. Se arriostrarán a los paramentos verticales anclándolos a puntos fuertes.
- Se prohíbe pasar directamente sobre las plataformas de trabajo.
- Para acceder a las pasarelas de trabajo por el propio andamio, éste deberá disponer de una escalera adosada al mismo o formando parte del andamio.

➤ Escalera de mano:

- Las escaleras de mano simple no deben salvar alturas de más de 5 metros. Si la escalera cuenta con un refuerzo en su zona central ésta altura podrá incrementarse hasta los 7 metros.

- En su extremo inferior llevarán zapatas antideslizantes.
 - Sobrepasarán en 0,90 metros la altura a salvar, estando amarradas en su extremo superior a la estructura a la que dan acceso.
 - El apoyo inferior estará apoyado a una distancia de un cuarto de la altura salvada respecto a la pared vertical.
 - El acceso de los operarios se realizará de uno a uno. No se podrán transportar pesos superiores a 25 Kg.
 - Las escaleras serán preferiblemente metálicas. Si son de madera tendrán los largueros de una pieza, sin nudos ni defectos.
- Cables, cadenas, eslingas y aparejos de izado:
- Se emplearán únicamente elementos de resistencia adecuada.
 - No se utilizarán los elementos de sustentación haciéndoles formar ángulos agudos o situándolos sobre aristas vivas. En este sentido conviene:
 - Proteger las aristas con trapos, sacos o mejor con escuadras de protección.
 - Equipar con guardacabos los anillos terminales de los cables.
 - No utilizar cables ni cadenas anudados.
 - En la carga a elevar se escogerán los puntos de fijación que no permitan el deslizamiento de las eslingas, cuidando que estos puntos se encuentren convenientemente dispuestos en relación al centro de gravedad de la carga.
 - La carga permanecerá en equilibrio estable, utilizando si es preciso, un pórtico para equilibrar las fuerzas de las eslingas.
 - Se observarán con detalle las siguientes medidas:
 - Cuando se haya de mover una eslinga se aflojará lo suficiente para poder desplazarla.
 -
 - No se desplazará una eslinga situándose debajo de ésta.
 -

- No se elevarán las cargas de forma brusca.
- Cubilote:
 - Se adaptará a la carga máxima que pueda elevar la grúa y se revisará periódicamente la zona de amarre y la boca de salida del hormigón para garantizar la hermeticidad durante el transporte.

6. ORGANIZACION DE LA OBRA

6.1.ÓRGANOS DE SEGURIDAD EN OBRA

Principalmente existen dos órganos de seguridad en la obra:

- Coordinador de seguridad.
- Comité de Seguridad y Salud.

6.1.1. Coordinador de seguridad

Se nombrará un Coordinador de Seguridad y Salud. Su nombramiento estará permanentemente expuesto en el tablón de anuncios de Seguridad y Salud. Se comunicará a la Consejería de Asuntos Sociales de la Comunidad Autónoma o al organismo competente, con acuse de recibo.

Su misión es hacer eficaces los medios de seguridad, previniendo las necesidades con antelación, haciendo cumplir el programa establecido en este Plan y en sus posibles actualizaciones.

6.1.2. Comité de Seguridad y Salud

Se constituirá un comité de Seguridad y Salud cuando el número de personas sea superior a 20.

El Comité estará formado por:

- Presidente: el Jefe de obra.
- Coordinador: el coordinador de seguridad de la obra.
- Vocales:
 - Dos representantes de los trabajadores.

- Un representante por cada subcontrata.

El nombramiento de los componentes del Comité de Seguridad y Salud se presentará a la Conselheria de Trabalho.

El Comité se reunirá periódicamente redactando un acta de la reunión que firmarán todos los asistentes y se presentará a la Conselheria de Trabalho para su sellado. La fotocopia de esta acta se fijará en el Tablero de Seguridad y Salud. Se guardará fotocopia de todos los documentos que se generen relacionados al Coordinador y al Comité en una carpeta-archivador de Seguridad y Salud.

6.2.FORMACIÓN

Todo el personal deberá recibir al ingresar a la obra una exposición de los métodos de trabajo y de los riesgos que éstos pudieran comportar, juntamente con las medidas de seguridad que tendrá que emplear.

Escogiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de manera que en todos los tajos dispongan de algún socorrista.

6.3.MEDICINA Y PRIMEROS AUXILIOS

6.3.1. Botiquines

Se dispondrá de dos botiquines conteniendo el material especificado en la Portaria nº 765/2002 de 1 de Julho. Éstos se situarán en función de la planificación de los trabajos a realizar.

Los botiquines se revisarán periódicamente y se repondrá inmediatamente el material consumido.

Habrà un manual de primeros auxilios en cada uno de los botiquines, que estarán al cuidado de la persona más idónea.

6.3.2. Asistencia a los accidentados

En la obra se informará de los emplazamientos y de los teléfonos de los diferentes centros médicos a dónde deberán trasladarse los accidentados para su tratamiento rápido y efectivo.

Se dispondrá en el tablero de Seguridad y Salud de la obra y en un lugar visible, una lista de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis,... para poder garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia. Se elaborará, con la mayor brevedad posible, un informe técnico del accidente para evitar las situaciones análogas, e impedir que pueda volver a repetirse.

6.3.3. Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo. Los operarios que manejen maquinaria móvil deberán pasar un test psicotécnico. Estos reconocimientos se repetirán anualmente. Para los submarinistas, estos reconocimientos serán los exigidos y realizados por la Junta Nacional da Marinha Mercante .

La profundidad a la que trabajarán los buzos no será excesiva, si bien se tendrán en cuenta y se planificarán los aspectos relativos a:

- Selección de personal.
- Reconocimientos médicos.
- Horas de trabajo.
- Equipos de inmersión.
- Cuerda-guía para señales y sistema de comunicación.
- Código de señales.
- Ayudante de tierra o barco.
- Movimiento de barcas cuando el buzo está en inmersión.

6.4.PUESTA EN PRÁCTICA

Al dar comienzo a la obra se hará entrega al personal del equipo básico de seguridad: casco, mono de trabajo, guantes y botas de clase III, botas de agua y traje impermeable. También se les formará en los métodos de trabajo y en las protecciones que deben utilizar. Se llevará el control del material entregado, con la ficha tipo de la Contrata.

Se colocará la adecuada señalización de riesgos en obra. Las señales se agruparán

en tableros y se distribuirán estratégicamente por la obra.

Se cumplirán las normas prioritarias de seguridad, en cuanto a protecciones perimetrales, de huecos horizontales, trabajos marítimos, elementos de izado, pestillo de seguridad en ganchos...

Las zonas de trabajo se mantendrán limpias y despejadas. Se delimitarán los acopios, zonas de tránsito de vehículos,...


Antes de iniciarse cada una de las actividades comprendidas en el conjunto de la obra se señalizarán y delimitarán sus áreas específicas de actividad con los resguardos de seguridad oportunos (excavaciones, dragados, demoliciones,...).

La señalización de aviso al público será clara y suficiente, colocándose los carteles sobre tablero y en las zonas de la obra que por su situación perimetral permitan informar preventivamente.

6.5.SEGUIMIENTO Y CONTROL

6.5.1. Seguimiento

Habrán reuniones periódicas del Comité de Seguridad y Salud en las que se tendrá en cuenta los siguientes puntos:

-  Instalaciones médicas:
 - El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá el material consumido.
- Protecciones personales:
 - Se comprobará la existencia, uso y estado de las protecciones individuales, las cuales tendrán fijadas una vida útil, desechándose a su término.
 - Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de una determinada prenda, se repondrá ésta independientemente de la duración prevista.
 - La entrega de las prendas de protección individual se controlará mediante unas fichas personales donde se controlarán las reposiciones.

➤ Protecciones colectivas:

- Al igual que en las protecciones personales, cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de un determinado equipo, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista.

➤ Instalaciones del personal:

- Para la limpieza y la conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria

➤ Investigación de accidentes:

- Se realizará la investigación del accidente en el lugar del mismo, con el interesado y testigos. Se estudiará a fondo el informe técnico tomando las medidas oportunas para que no se repita.

6.5.2. Control

Se realizará un seguimiento de este Plan de Seguridad y Salud mensualmente y se analizarán todas las necesidades y propuestas indicadas en el punto anterior.

En el caso de que surgieran modificaciones o se previeran nuevas necesidades se podrá actualizar este Plan.

El control lo realizará el Coordinador en materia de Seguridad y Salud.

7. PREVENCIÓN DE DAÑOS A TERCEROS

Señalización y balizamiento de la obra, caminos y vías limítrofes o de acceso existentes, así como la prohibición de paso a toda persona ajena a la misma, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

Para los trabajos en el mar se instalarán las balizas necesarias para evitar interferencias por embarcaciones ajenas a la obra.

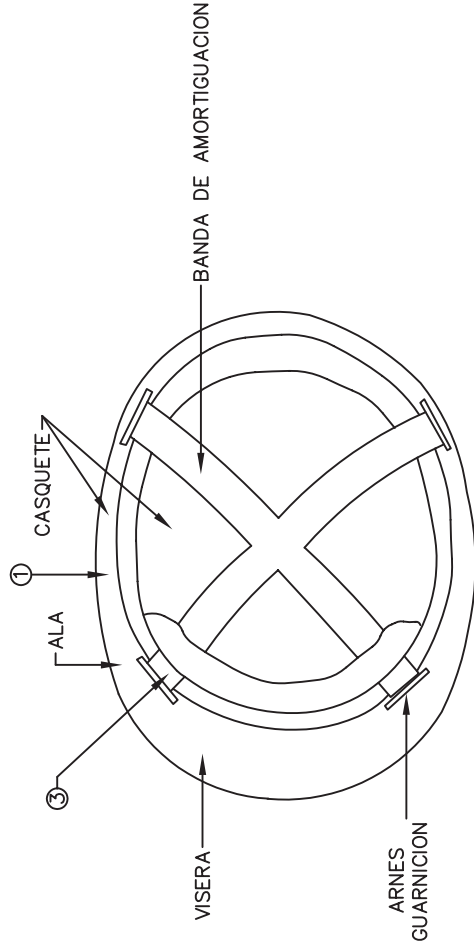
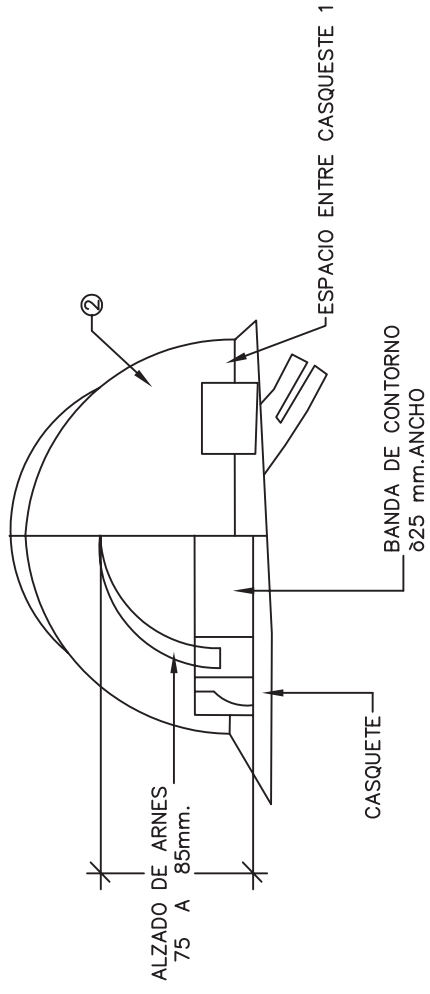
PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 13

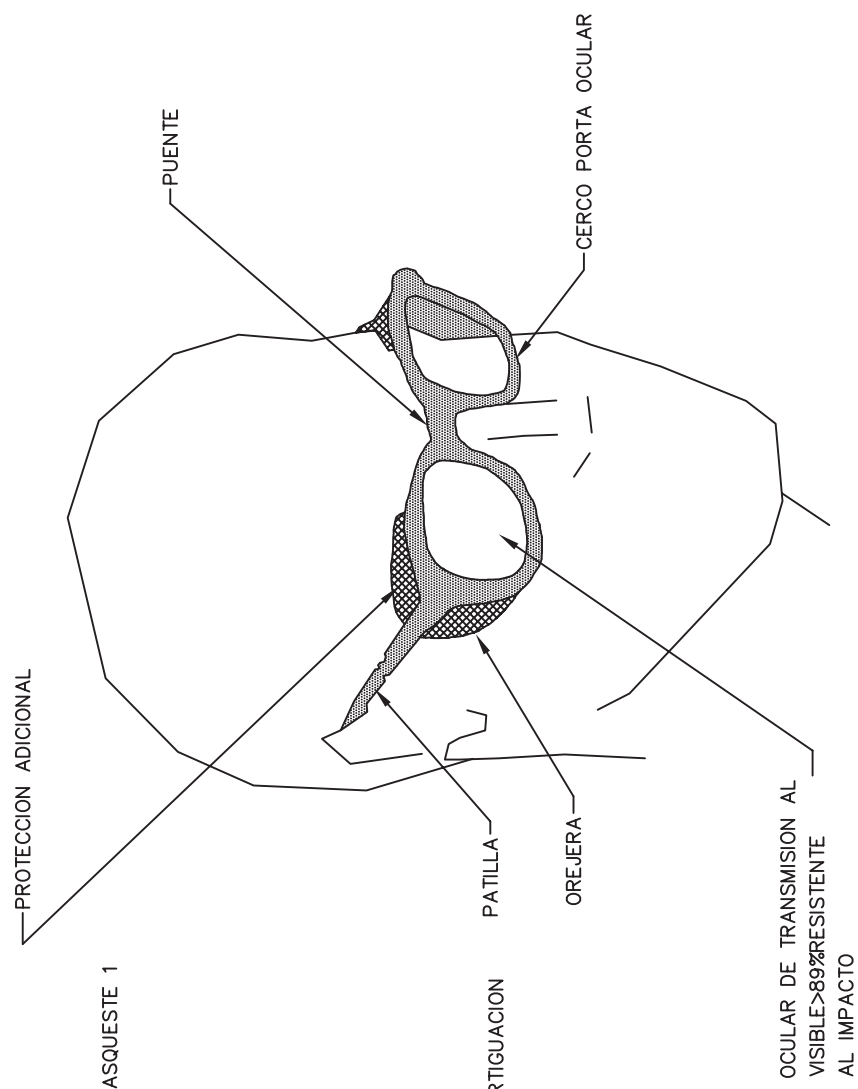
ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PLANOS

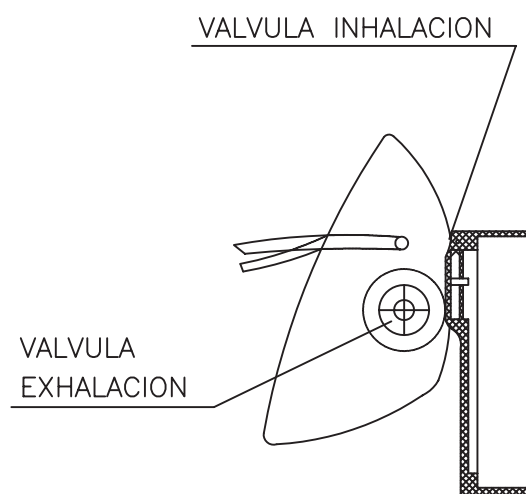
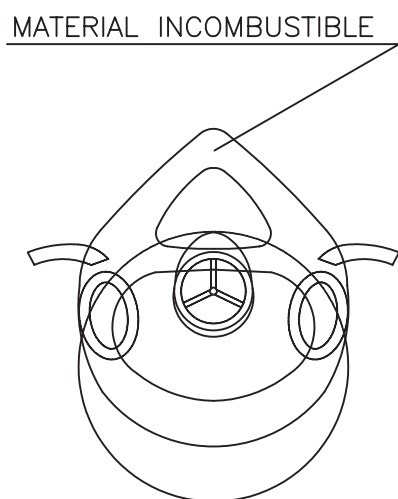
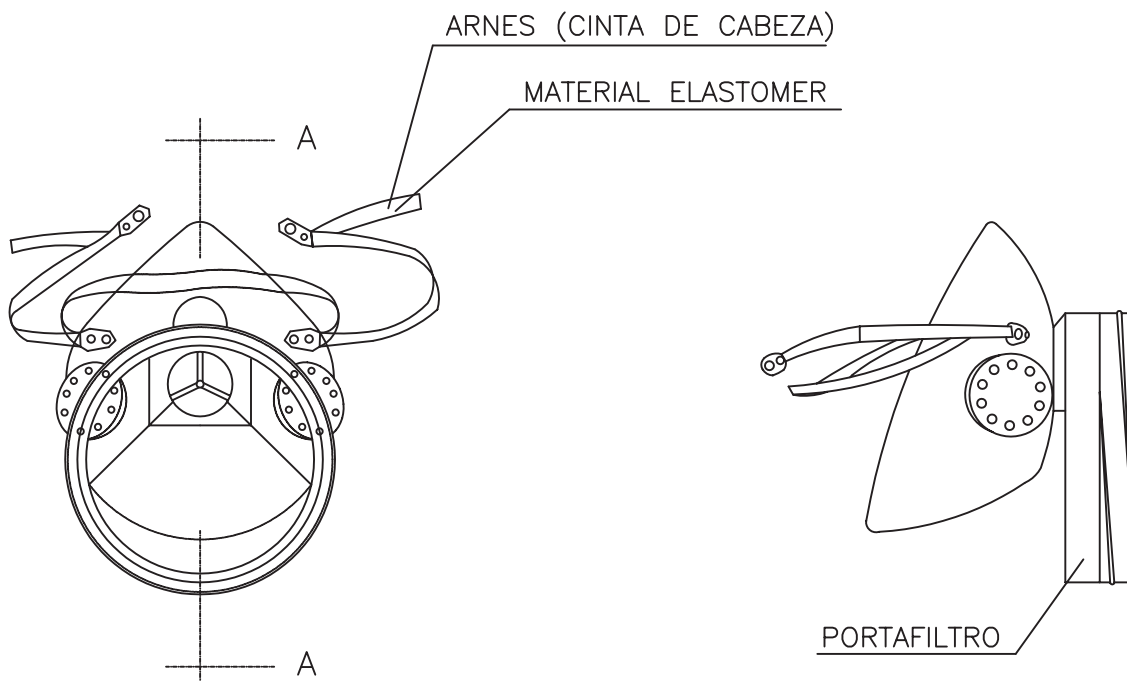
- ① MATERIAL INCOMBUSTIBLE RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
- ② CLASE N AISLANTE A 000V. CLASE E AT AISLANTE A 25000V.
- ③ MATERIAL NO RIGIDO HIDROFUGO FACIL LIMPIEZA Y DESINFECCION



CASCO DE SEGURIDAD NO METALICO



LENTE DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS

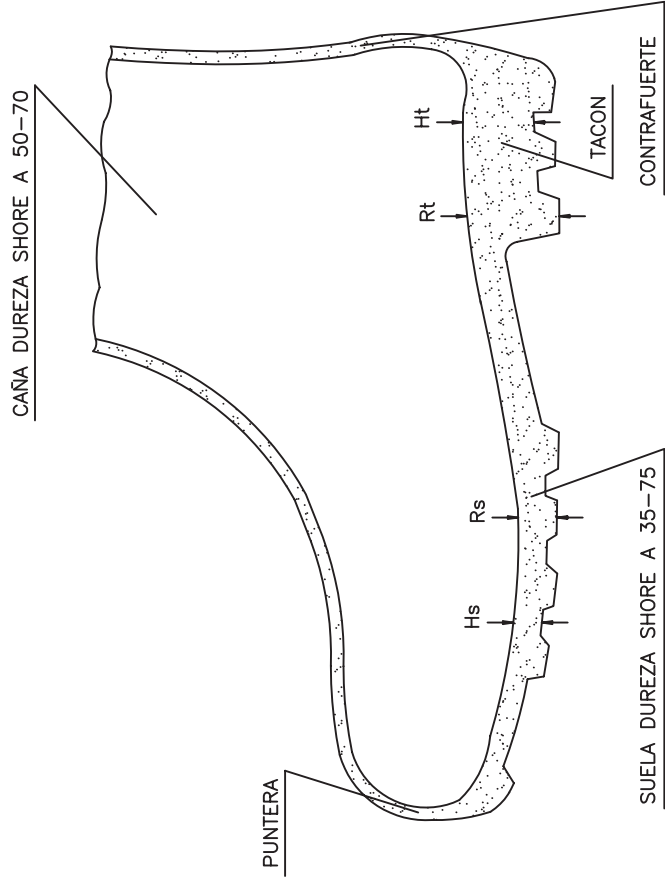
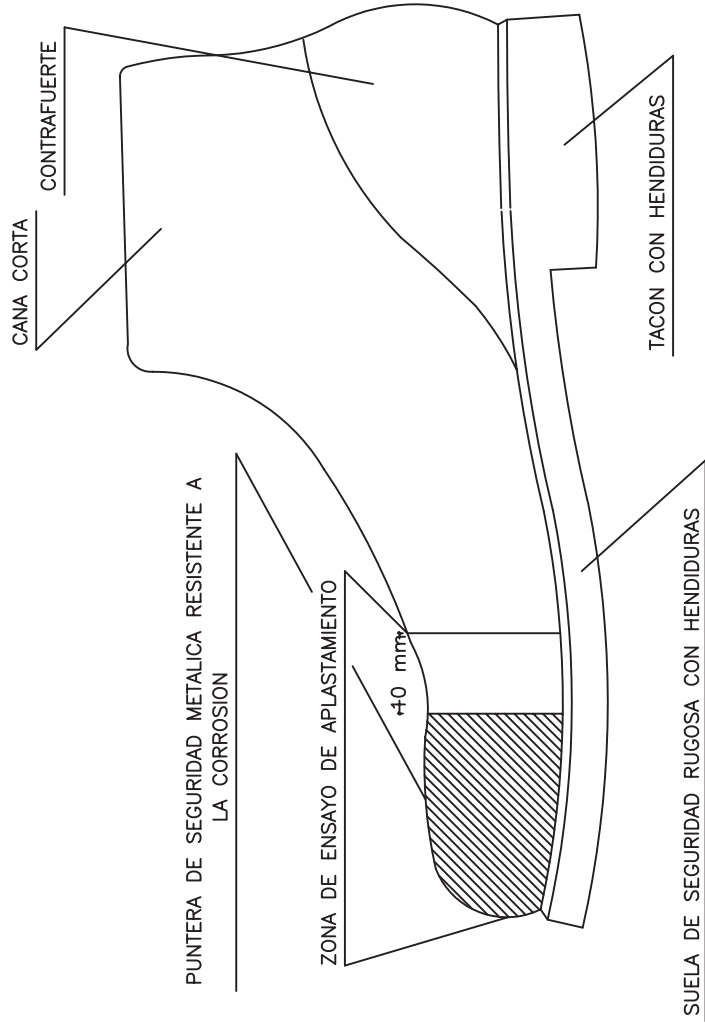


SECCION A-A

MASCARILLA ANTIPOLVO

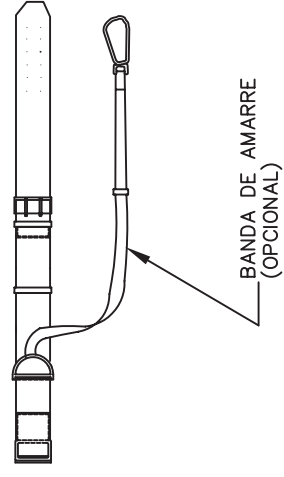
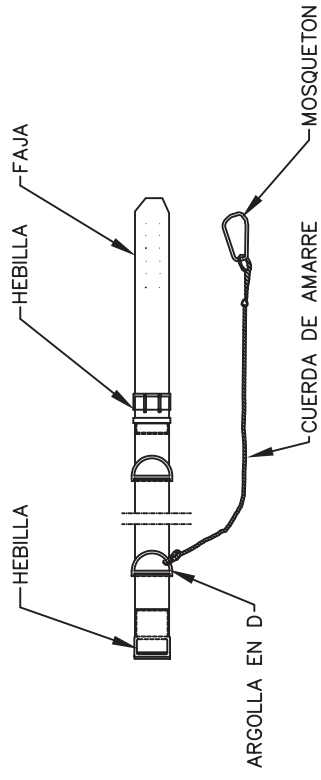
BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD

BOTA DE SEGURIDAD CLASE III

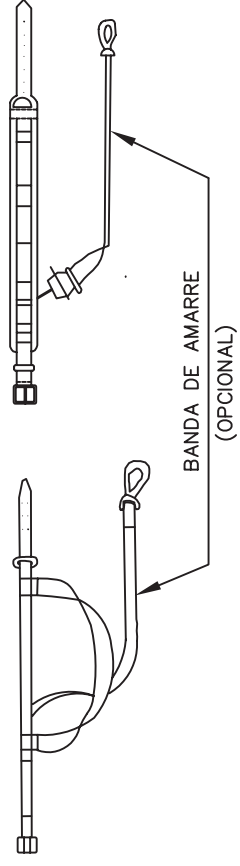
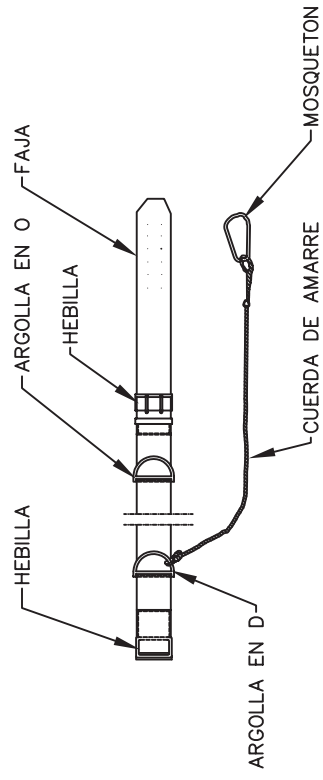


Hs Hendidura de la suela = 5 mm
Rs Resalte de la suela = 9 mm
Ht Hendidura del tacon = 20 mm
Rt Resalte del tacon = 25 mm

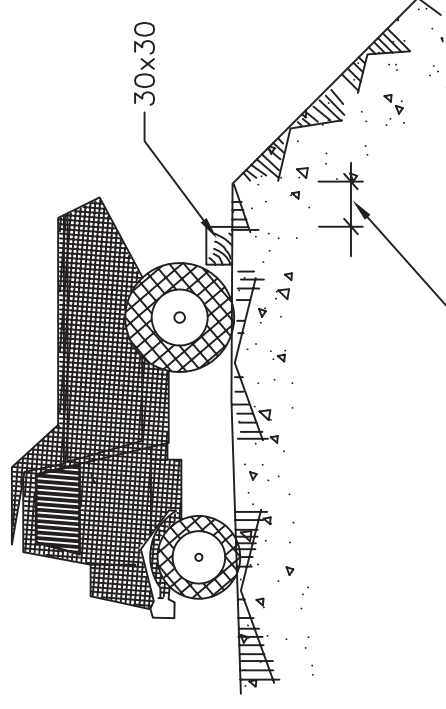
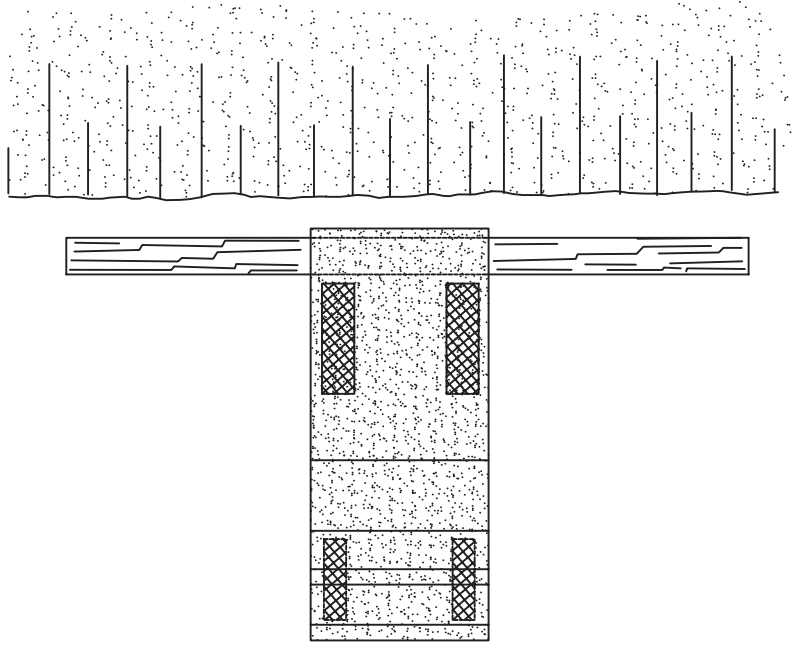
TIPO - 1



TIPO - 2



TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



SEGUN TIPO DE TERRENO PARA
QUE OFREZCA SEGURIDAD

GASA CON GRAPAS

AJUSTES DE OJAL



Sistema incorrecto

Cable anudado y con perno.Eficiencia 50 o menos.



Sistema correcto -

Observe el guardacabos en el ajuste del ojal



Sistema incorrecto

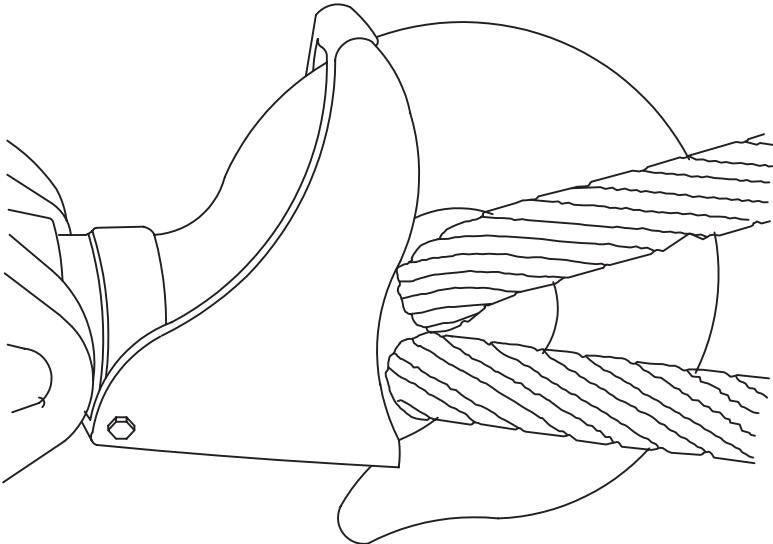
Usar un guardacabos para aumentar la resistencia del ojo y reducir el desgaste del cable.



Sistema correcto -

Usar guardacabos en el ajuste de ojal.

GANCHO CON CIERRE DE SEGURIDAD



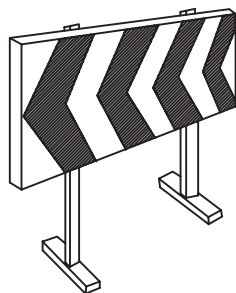
Diametro de cable	Numero de grapas	Distancia entre grapas m/m.
6 a 10	2	50
10 a 12	3	75
12 a 16	3	95
16 a 19	4	115
19 a 22	4	135
22 a 25	5	150
25 a 30	5	190
30 a 38	6	230
38 a 45	7	270
45 a 50	8	300

NOTA._Al numero de grapas indicado, sera conveniente anadirle una mas cuando se trate de cables rigidos.

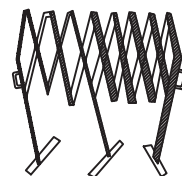
ELEMENTOS AUXILIARES DE SEÑALIZACION



PANELES DIRECCIONALES
PARA CURVAS



PANELES DIRECCIONALES
PARA OBRAS



VALLA EXTENSIBLE



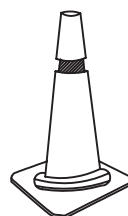
VALLA DE CONTENCION
DE PEATONES



VALLA DE OBRA
MODELO 2



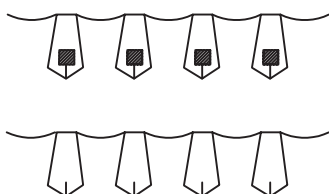
VALLA DE OBRA
MODELO 1



CONOS



CINTA DE BALIZAMIENTO



CORDON BALIZAMIENTO



CORDON DE BALIZAMIENTO
NORMAL Y REFLEXIVO



HITO LUMINOSO



LAMPARA AUTONOMA
FIJA, INTERMITENTE



CONTIENE LA LEYENDA
INDICADA DE OBRA
EN VIA



HITOS CAPTAFAROS PARA LA
SEÑALIZACION LATERAL DE
AUTOPISTAS EN POLIETILENO



HITOS DE PVC

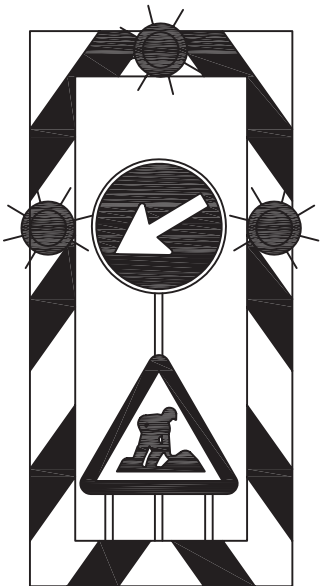


PALETAS MANUALES
DE SEÑALIZACION

Señales de balizamiento

panel de precaución por obras

FBA—P

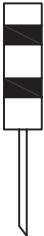


Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	<div> <div></div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div></div> <div></div> </div>	<div> <div></div> <div></div> </div>
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Señales de balizamiento

aproximación peligro—obra

FBA—AP

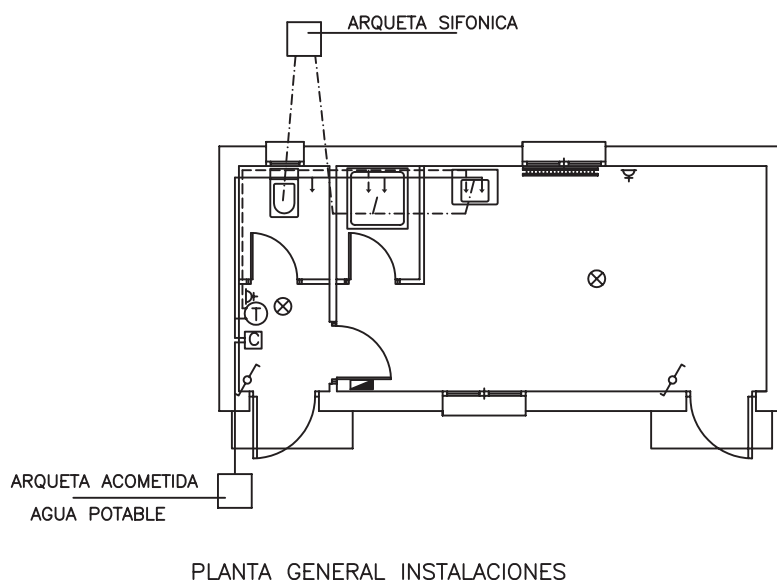
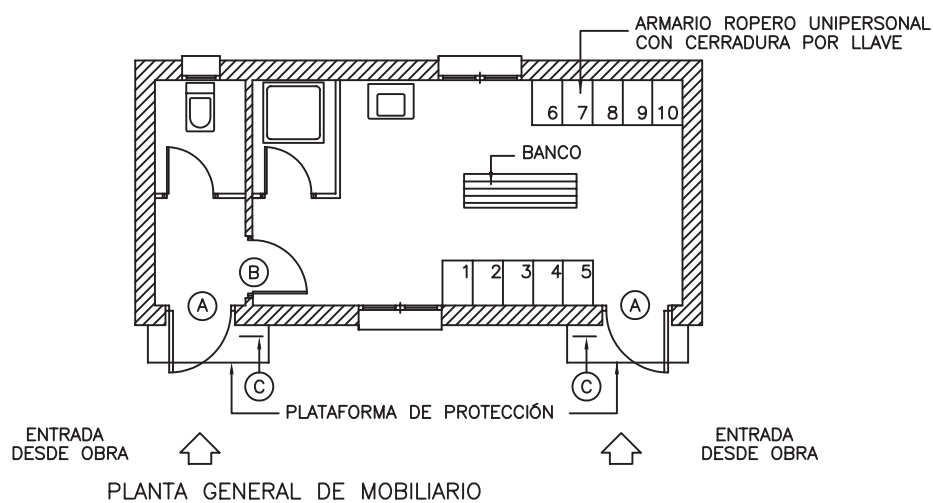
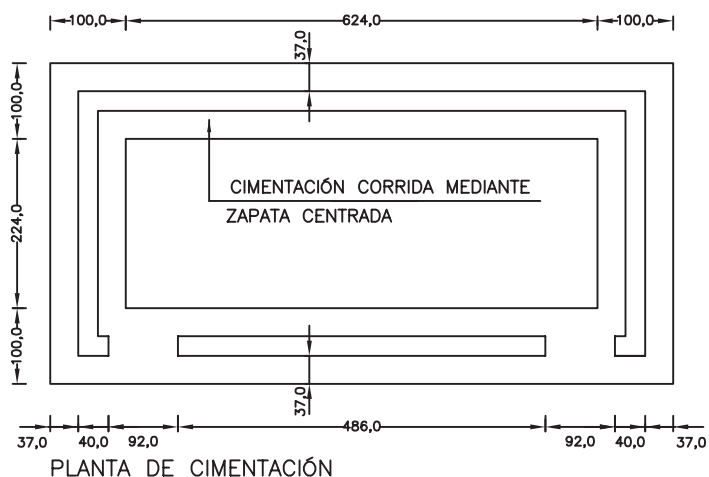


Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	<div> <div></div> <div> <div></div> <div></div> </div> </div>	<div> <div></div> <div></div> </div>	<div> <div></div> <div></div> </div>
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Construcciones auxiliares

aseos y vestuarios

FCA-AV10D



ESCALA 1/100

LEYENDA DE FONTANERÍA

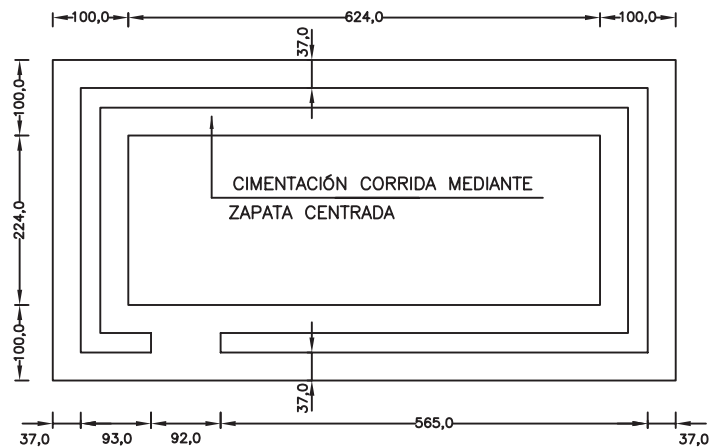
- ⊕ TERMO ELÉCTRICO
- ⊞ CONTADOR DE AGUA
- RED DE AGUA FRÍA
- RED DE AGUA CALIENTE
- RED DE SANEAMIENTO

LEYENDA DE ELECTRICIDAD

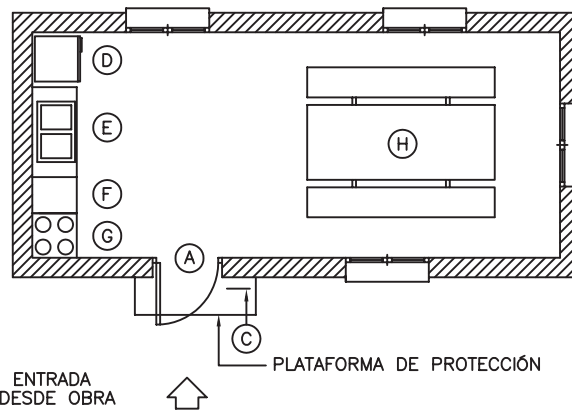
- ⊗ PUNTO DE LUZ 60 W.
(Lampara de bajo consumo)
- ⚡ BASE DE ENCHUFE CON TOMA DE TIERRA
- ⏏ INTERRUPTOR
- ⏏ CONMUTADOR
- ⚡ CUADRO ELÉCTRICO
- ⚡ PANEL RADIANTE ELECTRICO

LEYENDA

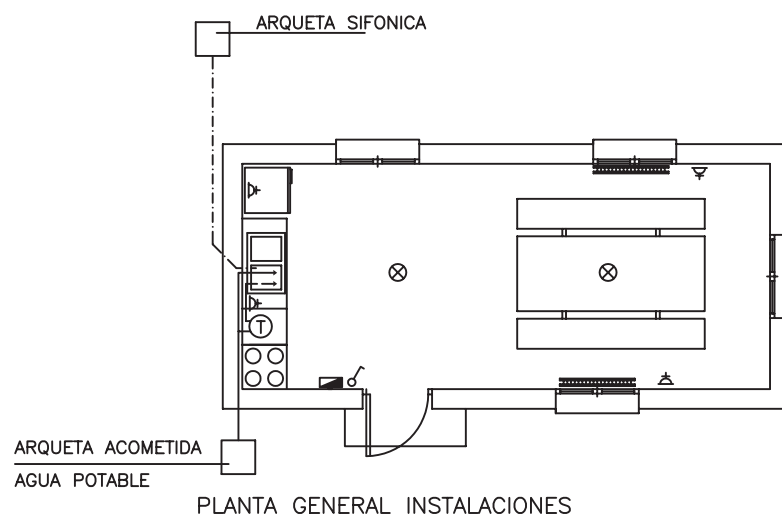
- Ⓐ PUERTA CON CONDENA EXTERIOR
- Ⓑ PUERTA CON CONDENA INTERIOR
- Ⓒ BARRA LIMPIA BARROS DE CALZADO



PLANTA DE CIMENTACIÓN



PLANTA GENERAL MOBILIARIO



PLANTA GENERAL INSTALACIONES

ESCALA 1/100

LEYENDA DE FONTANERÍA

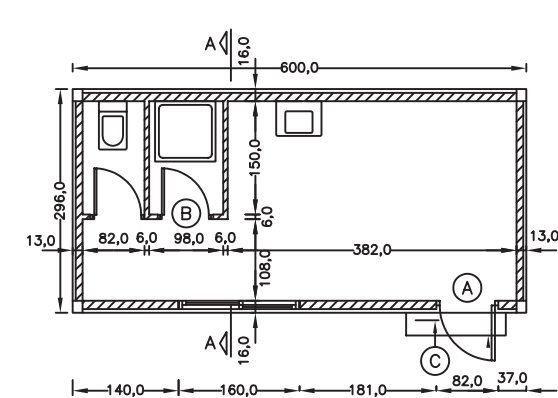
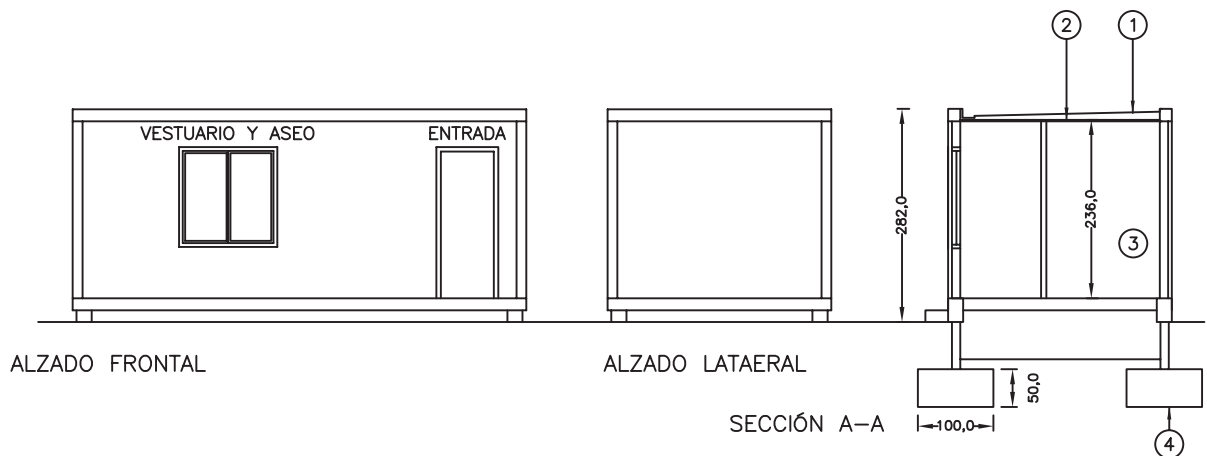
- ① TERMO ELÉCTRICO
- ☐ CONTADOR DE AGUA
- RED DE AGUA FRÍA
- RED DE AGUA CALIENTE
- RED DE SANEAMIENTO

LEYENDA DE ELECTRICIDAD

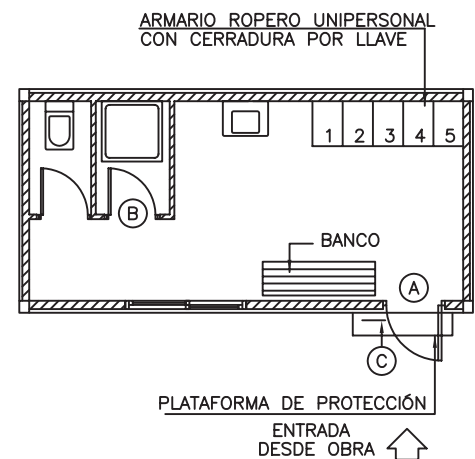
- ⊗ PUNTO DE LUZ 60 W. (Lampara de bajo consumo)
- ⚡ BASE DE ENCHUFE CON TOMA DE TIERRA
- ⚡ INTERRUPTOR
- ⚡ CONMUTADOR
- ⚡ CUADRO ELÉCTRICO
- ⚡ PANEL RADIANTE ELECTRICO

LEYENDA

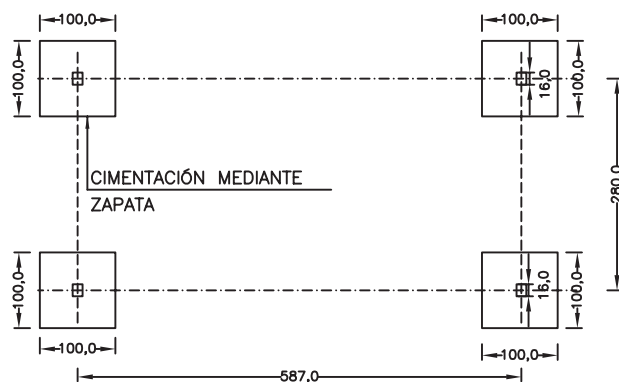
- (A) PUERTA CON CONDENA EXTERIOR
- (B) PUERTA CON CONDENA INTERIOR
- (C) BARRA LIMPIA BARROS DE CALZADO
- (D) FRIGORÍFICO
- (E) FREGADERO
- (F) MESA AUXILIAR
- (G) CALIENTA COMIDAS
- (H) MESA COMEDOR



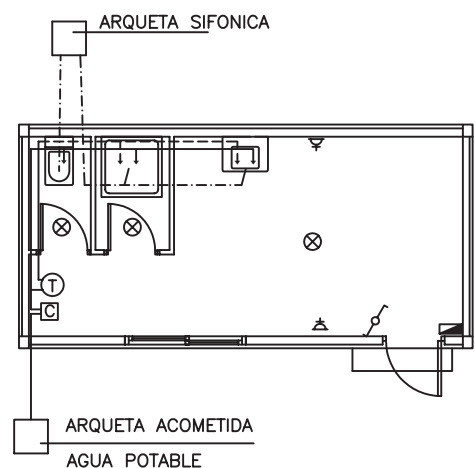
PLANTA GENERAL ACOTADA



PLANTA GENERAL MOBILIARIO



PLANTA GENERAL CIMENTACIÓN



PLANTA GENERAL INSTALACIONES

ESCALA 1/100

LEYENDA DE FONTANERÍA

- Ⓣ TERMO ELÉCTRICO
- Ⓢ CONTADOR DE AGUA
- RED DE AGUA FRÍA
- RED DE AGUA CALIENTE
- RED DE SANEAMIENTO

LEYENDA DE ELECTRICIDAD

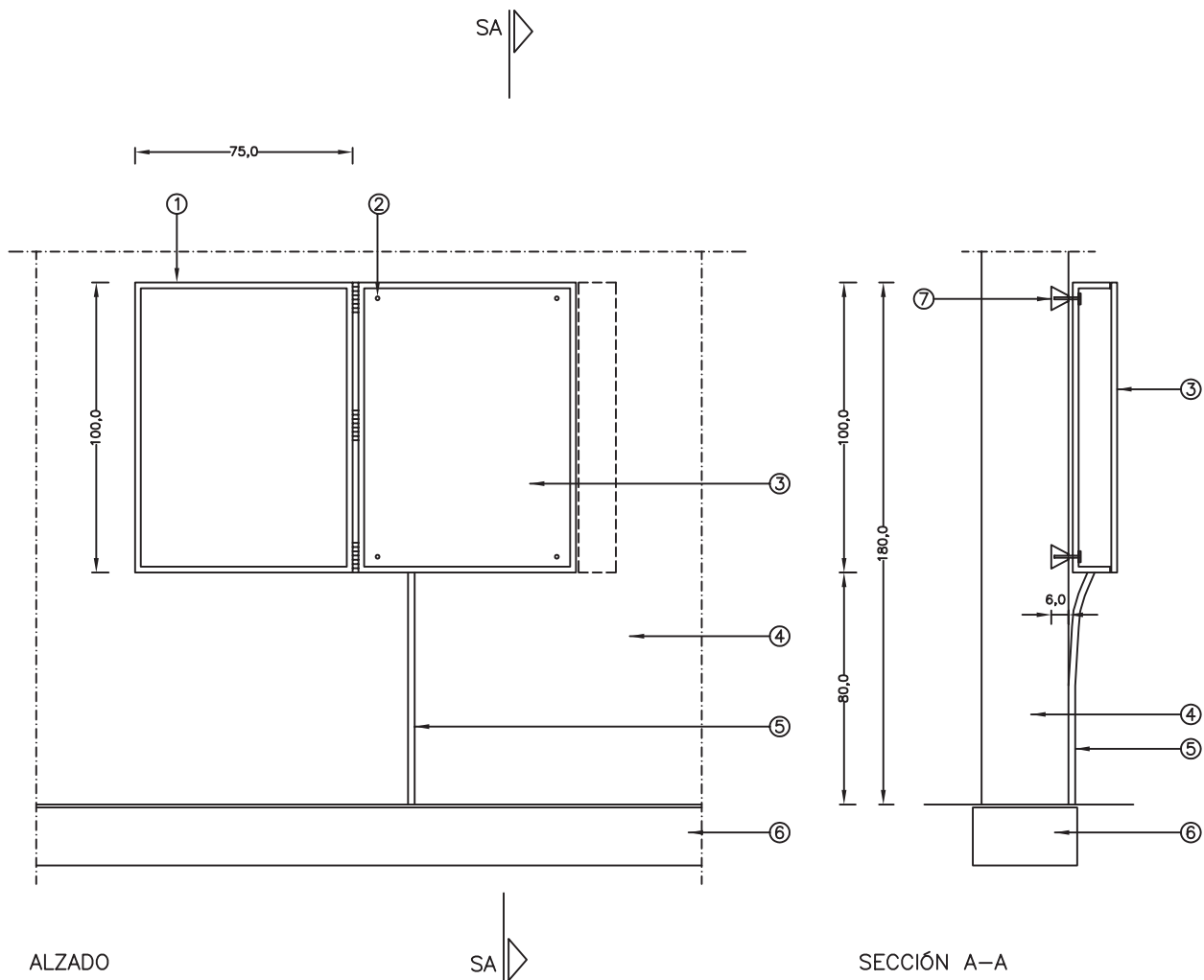
- ⊗ PUNTO DE LUZ 60 W. (Lampara de bajo consumo)
- ⚡ BASE DE ENCHUFE CON TOMA DE TIERRA
- ⏏ INTERRUPTOR
- ⏏ CONMUTADOR
- ⚡ CUADRO ELÉCTRICO

LEYENDA

- ① CHAPA METÁLICA
- ② FALSO TECHO DE ESCAYOLA DE 2cm DE ESPESOR
- ③ DUCHAS Y LAVABOS CON GRIFERÍA HIDROMEZCLADORA
- ④ CIMENTACION DE HORMIGON EN MASA
- (A) PUERTA CON CONDENA EXTERIOR
- (B) PUERTA CON CONDENA INTERIOR
- (C) BARRA LIMPIA BARROS DE CALZADO

Instalaciones provisionales
instalación de cuadro eléctrico (100X75) fijo en muro

FIP-CEF1



ESCALA 1/25

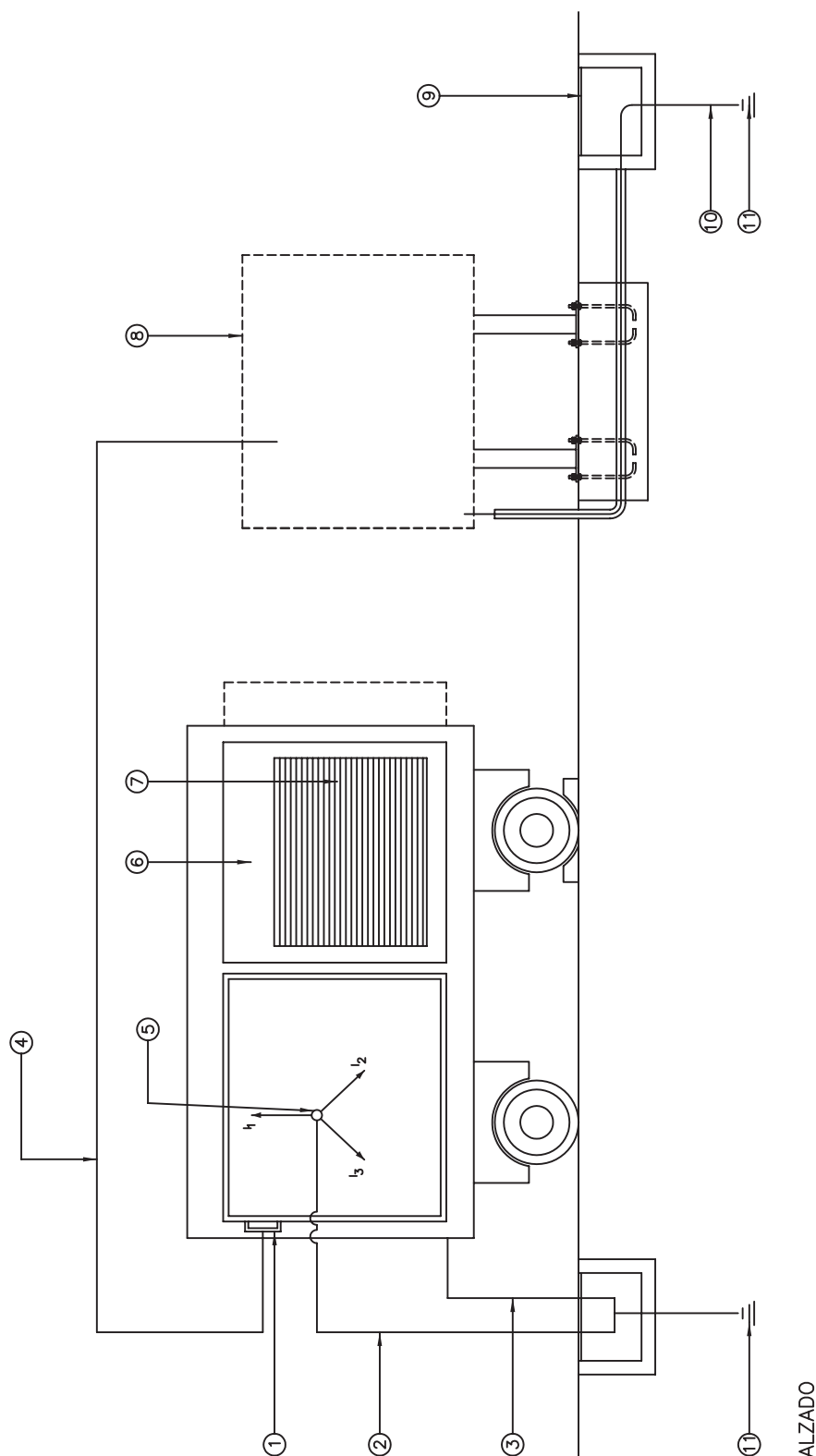
LEYENDA

- | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|----------------------|---|----------------|
| ① | PUERTA | ④ | MURO RESISTENTE | ⑥ | CIMENTACIÓN |
| ② | ANCLAJES | ⑤ | ENTRADA DE CORRIENTE | ⑦ | TACO DE MADERA |
| ③ | CUADRO DE TOMA DE CORRIENTE | | | | |

Instalaciones provisionales

esquema para uso de grupo electrógeno
provisional y de emergencia por corte accidental del fluido eléctrico

FIP-CEG

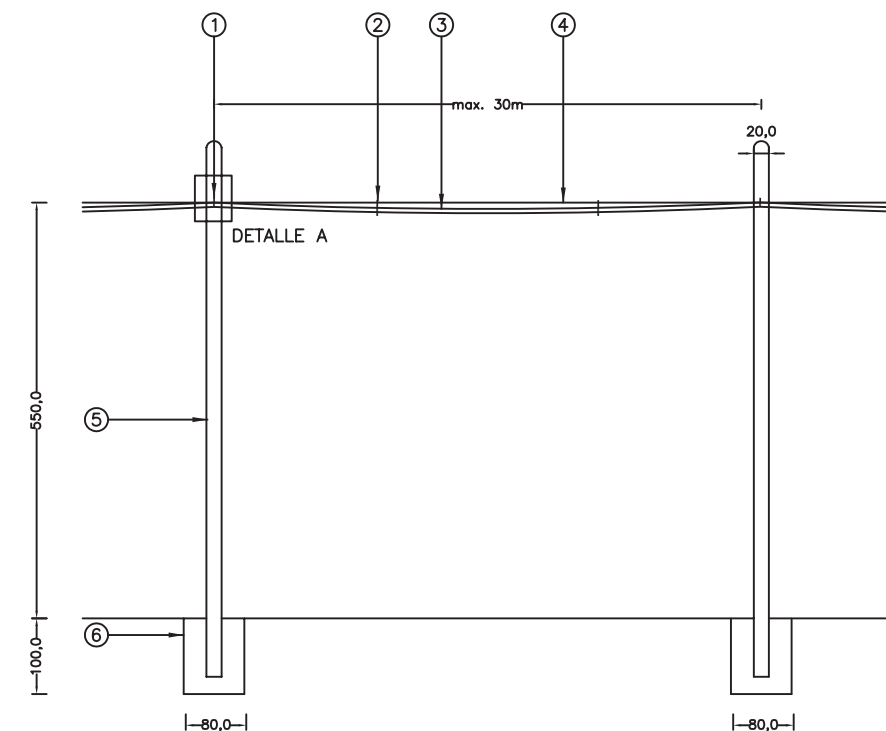


LEYENDA

- ① TOMA DE CORRIENTE DEL GRUPO (FUSIBLES)
- ② NEUTRO A TIERRA
- ③ CHASIS A TIERRA
- ④ MANGUERA PROTEGIDA F+N PARA ALIMENTAR CUADRO ELÉCTRICO

- ⑤ CONEXIÓN EN ESTRELLA
- ⑥ CHASIS AISLADO
- ⑦ MOTOR
- ⑧ CUADRO ELÉCTRICO DE OBRA

- ⑨ ARQUETA
- ⑩ ELECTRODO DE TOMA DE TIERRA ELÉCTRICAMENTE INDEPENDIENTE
- ⑪ $R < 10 \Omega$



ALZADO

ESCALA 1/100

LEYENDA

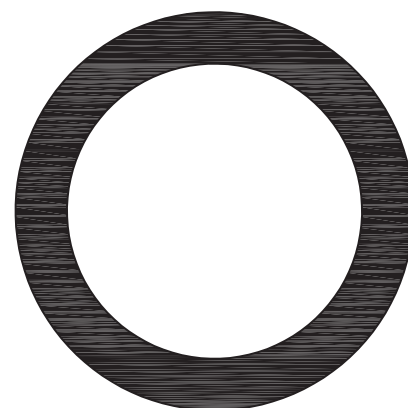
- | | |
|--|-----------------------|
| ① COMPONENTE DE SUSPENSIÓN | ④ CABLE GUÍA DE ACERO |
| ② PERRILLO DE UNIÓN DE LA MANGUERA AL CABLE GUÍA | ⑤ POSTE DE MADERA |
| ③ MANGUERA CON AISLAMIENTO | ⑥ TERRENO COMPACTADO |



NOTA— POTENCIA >60 cv. (116 A.)

Señales de circulación—prohibición

circulación prohibida

FSCR—CP





Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	Diámetro o lado mayor		
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Señales de circulación—prohibición

detención obligatoria

FSCR—DO





Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	Diámetro o lado mayor		
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Señales de circulación—prohibición
zona de estacionamiento limitado

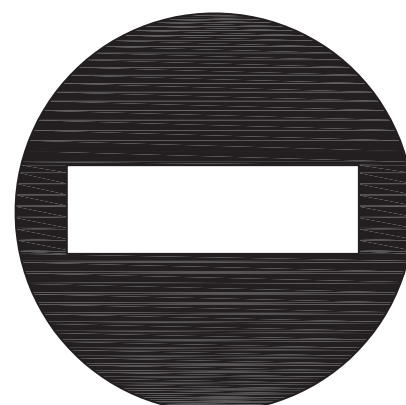
FSCR—EL





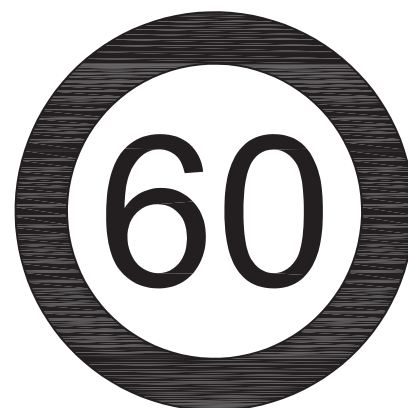
Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	Diámetro o lado mayor		
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70




Señales de circulación—prohibición
entrada prohibida

FSCR—EP



Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	Diámetro o lado mayor		
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70






Distancia máxima de seguridad mm Diámetro o lado mayor	Distancia máxima según la forma m		
			
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Señales de obligación

protección obligatoria del oído

FSO-P00





Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m			
	Diámetro o lado mayor			
1189		34.98	49.73	53.17
841		24.74	35.18	37.61
594		17.48	24.85	26.56
420		12.36	17.57	18.78
297		8.74	12.42	13.28
210		6.18	8.78	9.39
148		4.36	6.19	6.62
105		3.09	4.39	4.70

Señales de obligación

protección obligatoria de las vías respiratorias

FSO-POVR





Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	Diámetro o lado mayor		
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Señales de obligación

protección obligatoria de los pies

FSO–POP





Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	Diámetro o lado mayor		
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Señales de obligación

protección obligatoria de las manos

FSO–POM






Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	Diámetro o lado mayor		
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Señales de obligación

protección obligatoria de la vista

FSO-POV






Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	Diámetro o lado mayor		
			
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Señales de obligación

protección obligatoria de la cabeza

FSO-POCB

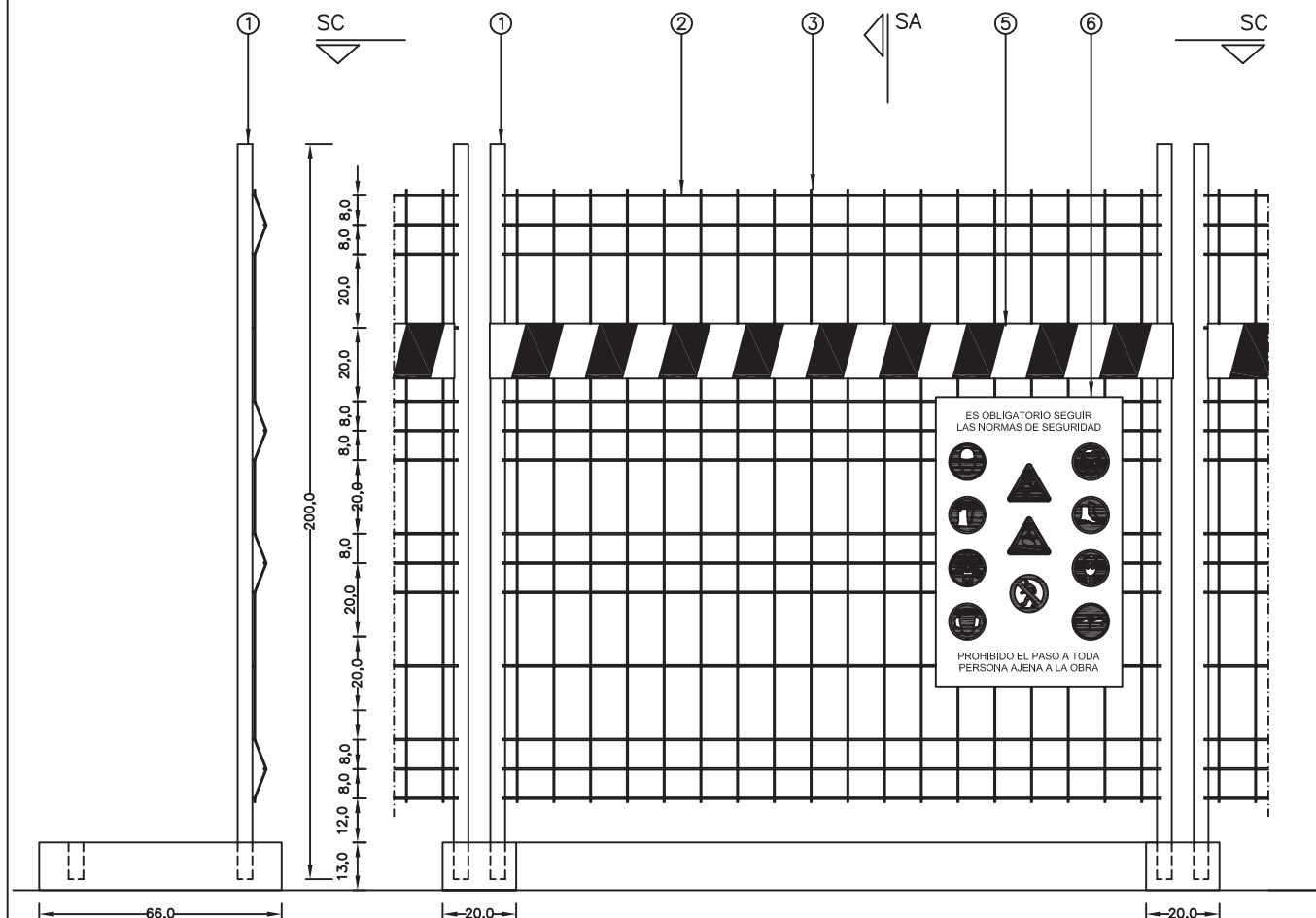


Distancia máxima de seguridad mm	Distancia máxima según la forma m		
	Diámetro o lado mayor		
			
1189	34.98	49.73	53.17
841	24.74	35.18	37.61
594	17.48	24.85	26.56
420	12.36	17.57	18.78
297	8.74	12.42	13.28
210	6.18	8.78	9.39
148	4.36	6.19	6.62
105	3.09	4.39	4.70

Valla perimetral

reja metálica, señalización de entrada a obra

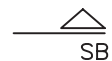
FVP-REC



SECCIÓN A-A

SECCIÓN B-B

SECCIÓN C-C



ESCALA 1/20

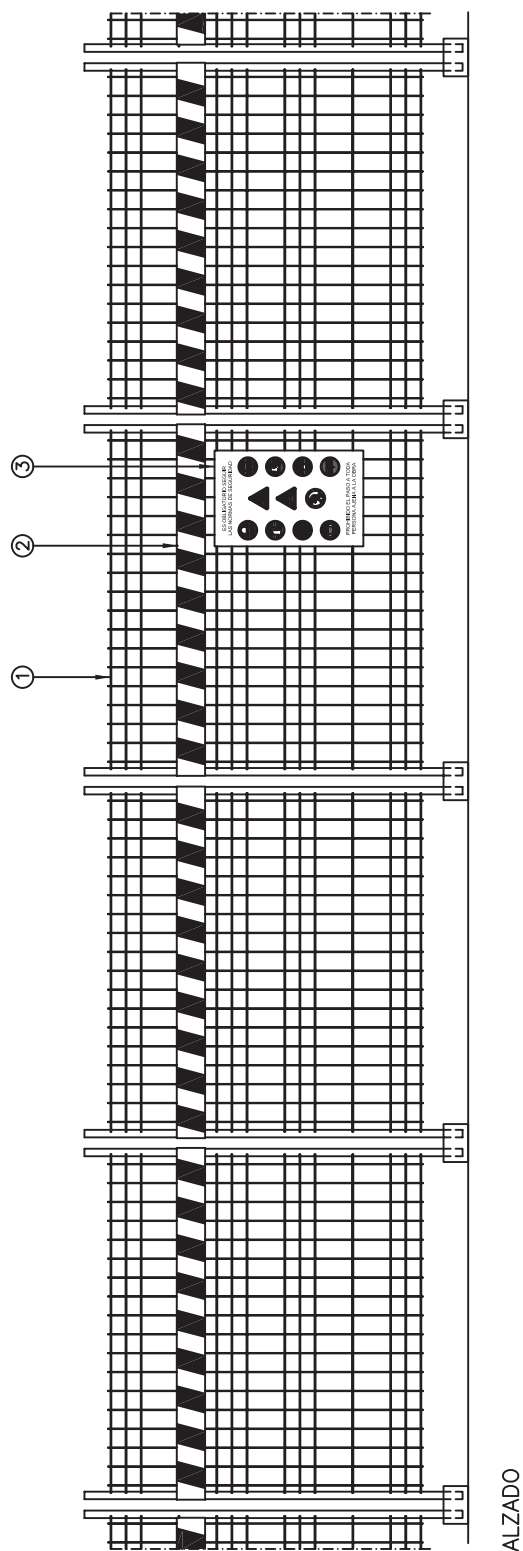
LEYENDA

- | | |
|---|--|
| ① Ø70.4 GALVANIZADO EN CALIENTE | ④ BASE DE HORMIGÓN |
| ② Ø12 GALVANIZADO EN CALIENTE SOLDADO AL TUBO | ⑤ CINTA A FRANJAS ROJAS Y BLANCAS |
| ③ Ø6 GALVANIZADO EN CALIENTE | ⑥ PANEL DE SEÑALIZACIÓN DE ENTRADA A LA OBRA |

Valla perimetral

reja metálica, señalización de entrada a obra

FVP-RECA



ESCALA 1/40

LEYENDA

- ① VALLA DE ACERO GALVANIZADO
- ② CINTA A FRANJAS ROJAS Y BLANCAS
- ③ PANEL DE SEÑALIZACIÓN DE ENTRADA A LA OBRA

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 13

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD PLIEGO PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

ÍNDICE

1.	LEGISLACIÓN VIGENTE APLICABLE A LA OBRA	1
2.	CONDICIONES GENERALES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	7
2.1.	INICIO DE LAS OBRAS.....	7
2.2.	PROTECCIONES PERSONALES	7
2.3.	PROTECCIONES COLECTIVAS	8
3.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA	10
4.	CONDICIONES TÉCNICAS DE PRODUCTOS Y SUBSTANCIAS QUÍMICAS UTILIZADOS EN OBRA	11
5.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	11
5.1.	PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD PARA LA CORRIENTE ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.....	11
5.2.	PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD PARA LA CORRIENTE ALTERNA DE ALTA TENSIÓN.	12
6.	PRESCRIPCIONES DE EXTINTORES.....	15
7.	INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR	16
7.1.	VESTUARIOS Y LAVABOS.....	16
7.2.	LAVABOS	16
7.3.	DUCHAS	17
7.4.	COMEDORES	17
7.5.	NORMAS GENERALES DE CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA.....	18
8.	ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD	18
8.1.	OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS	18
8.2.	SERVICIO DE PREVENCIÓN.....	20
8.3.	SEGUROS POR RESPONSABILIDAD CIVIL Y TODO RIESGO EN LA OBRA ...	21
8.4.	FORMACIÓN	21

8.5.	RECONOCIMIENTOS MÉDICOS	22
9.	CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD	23
9.1.	CONSULTA DEL EMPRESARIO A LOS TRABAJADORES	23
9.2.	DELEGACIÓN DE PREVENCIÓN	23
9.3.	COMITÉS DE SEGURIDAD Y SALUD	24
10.	NORMAS PARA LA CERTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD	24
11.	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	25
12.	ÍNDICES DE CONTROL	25
13.	PARTE DE ACCIDENTE Y DEFICIENCIAS	26
14.	ESTADÍSTICAS	27

1. LEGISLACIÓN VIGENTE APLICABLE A LA OBRA

La ejecución de la obra objeto de este Estudio de Seguridad y Salud estará regulada por la normativa que a continuación se cita, siendo de obligado cumplimiento para las partes implicadas.

LEY 31/95 DE 8 DE NOVIEMBRE DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES CON ESPECIAL ATENCIÓN A:

CAPÍTULO I

Objeto, ámbito de aplicaciones y definiciones

CAPÍTULO III

Derechos y obligaciones, con especial atención a:

- Art.14 Derecho a la protección frente a los riesgos laborales
- Art. 15 Principios de la acción preventiva.
- Art. 16 Evaluación de riesgos.
- Art. 17 Equipos de trabajo y medios de protección.
- Art. 18 Información, consulta y participación de los trabajadores.
- Art. 19 Formación de los trabajadores.
- Art. 20 Medidas de emergencia.
- Art. 21 Riesgo grave e inminente.
- Art. 22 Vigilancia de la salud.
- Art. 23 Documentación.
- Art. 24 Coordinación de actividades empresariales.
- Art. 25 Protección de trabajadores, especialmente sensibles a determinados riesgos.
- Art. 29 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.

CAPÍTULO IV

Servicios de prevención: Art. 30 Protección y prevención de riesgos profesionales.

Art.31 Servicios de prevención.

CAPÍTULO V

Consulta y participación de los trabajadores:

- Art. 33 Consulta a los trabajadores.
- Art. 34 Derecho de participación y representación.
- Art. 35 Delegado de prevención.
- Art. 36 Competencias y facultades de los delegados de prevención.
- Art. 37 Garantías y secreto profesional de los delegados de prevención.
- Art. 38 Comité de seguridad y salud.
- Art. 39 Competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud.
- Art. 40 Colaboración con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

CAPÍTULO VII

Responsabilidades y sanciones:

- Art. 40 Colaboración con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Art. 43 Requerimientos de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Art. 44 Paralización de trabajo.
- Art. 45 Infracciones administrativas.
- Art. 46 Infracciones leves.
- Art. 47 Infracciones graves.
- Art. 48 Infracciones muy graves.
- Art. 49 Sanciones.
- Art. 50 Reincidencia.
- Art. 51 Prescripción de las infracciones.
- Art. 52 Competencias sancionadoras.
- Art. 53 Suspensión o cierre del centro de trabajo.
- Art. 54 Limitaciones en la facultad de contratar con la administración.

REAL DECRETO 39/97 DE 17 DE ENERO, POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN CON ESPECIAL ATENCIÓN A:

CAPÍTULO I. Disposiciones generales.

CAPÍTULO II. Evaluación de los riesgos y Planificación de la actividad preventiva.

CAPÍTULO III. Organización de recursos para las actividades preventivas.

ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD Y HIGIENE AL TRABAJO DE 8 DE MARZO DE 1971 CON ESPECIAL ATENCIÓN A:

CAPÍTULO II

Condiciones generales de los centros de trabajo y de los mecanismos y medidas de protección:

- Art. 19 Escaleras de mano.
- Art. 20 Plataformas de trabajo.
- Art. 21 Abertura de pisos.
- Art. 22 Aberturas en las paredes.
- Art. 23 Barandillas y plintos.
- Art. 24 Puertas y salidas.
- Art. 25 a 28 Iluminación.
- Art. 31 Ruidos, vibraciones y trepidaciones.
- Art. 36 Comedores.
- Art. 38 en 43 Instalaciones sanitarias y de higiene.
- Art. 51 Protecciones contra contactos en las instalaciones y equipos eléctricos.
- Art. 52 Inaccesibilidad a las instalaciones eléctricas.
- Art. 54 Soldadura eléctrica.
- Art. 56 Máquinas de elevación y transporte.
- Art. 58 Motor eléctrico.
- Art. 59 Conductores eléctricos.
- Art. 60 Interruptores y cortocircuitos de baja tensión.
- Art. 61 Equipos y herramientas eléctricas portátiles.
- Art. 62 Trabajos en instalaciones de alta tensión.
- Art. 67 Trabajos en instalaciones de baja tensión.
- Art. 69 Redes subterráneas y del suelo.
- Art. 70 Protección personal contra la electricidad.

- Art. 71 a 82 Medio de prevención y extinción de incendios.
- Art. 83 a 93 Motor, transmisiones y máquinas.
- Art. 94 en 96 Herramientas portátiles.
- Art. 100 a 107 Elevación y transporte.
- Art. 123 Carretillas y carros manuales.
- Art. 124 Tractores y otros medios de transporte automotores.

A todo lo que se oponga a la legislación anteriormente mencionada:

ORDENANZA DE TRABAJO PARA LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCIÓN, VIDRIO Y CERÁMICA DE 28 DE AGOSTO DE 1970.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE ARQUITECTURA.

REAL DECRETO 1.409/92 DE 20 DE NOVIEMBRE, POR EL CUAL SE REGULA LA LIBRE COMERCIALIZACIÓN Y LIBRE CIRCULACIÓN INTRACOMUNITARIA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI).

ORDEN 16 DE MAYO DE 1994, POR LA QUE SE MODIFICA EL PERIODO TRANSITORIO ESTABLECIDO POR EL REAL DECRETO 1.407/1992.

ORDEN DE 28 DE DICIEMBRE DE 1994 SOBRE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

REAL DECRETO 159/1995, DE 3 DE FEBRERO DE 1995, DEL MINISTERIO DE PRESIDENCIA. SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

COMUNIDAD EUROPEA MODIFICA EL REAL DECRETO 1.407/1992, DE 20 DE NOVIEMBRE (RCL 19922778 Y RCL 1993663), QUE REGULA LAS CONDICIONES PARA LA COMERCIALIZACIÓN Y LIBRE CIRCULACIÓN INTRACOMUNITARIA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.

Otras disposiciones de aplicación:

REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO DE BAJA TENSIÓN (B.O.E. 91073) Y DECRETO 2.413/73 DE 20 DE SEPTIEMBRE Y LAS INSTRUCCIONES COMPLEMENTARIAS QUE LA DESARROLLAN, CON ESPECIAL APLICACIÓN A LA 028.

Modificaciones:

- Instrucción 028 – Instalaciones temporales de obra.
- Instrucciones complementarias. Orden 311073 (B.O.E. 27 al 311273).
- Aplicación de las instrucciones complementarias. Orden 6474 (B.O.E. 15474).
- Aislamiento de las instalaciones eléctricas. Resolución de 30474 (B.O.E. 7574).
- Modificación de la ITCMIBT025. Orden 191277 (B.O.E. 13178).
- Modificación de la ITCMIBT004, ITCMIBT007 al ITCMIBT017. Orden 191277 (B.O.E. 26178).
- Modificación de la ITCMIBT025. Orden 30781 (B.O.E. 13881).
- Incluyen las Normas UNE que se relacionen a la Instrucción complementaria.
- ITCMIBT004. Orden 5682 (B.O.E. 12682).
- Modificación de la ITCMIBT008 i ITCMIBT004. Orden 11783 (B.O.E. 22783).
- Modificación de la ITCMIBT025 i ITCMIBT044. Orden 5484 (B.O.E. 4684).
- Adición de un nuevo párrafo al artículo 20. Real Decreto 2.295/85 de 91085 (B.O.E. 12285).
- Modificación de la ITCMIBT026. Orden 13188 (B.O.E. 26188).
- Adapta al progreso técnico la ITCMIBT026. Orden 26190 (B.O.E. 9290).
- Adapta al progreso técnico la ITCMIBT026. Orden 24792 (B.O.E. 4892).
- Adapta al progreso técnico la ITCMIBT026. Orden 18795 (B.O.E. 28795).
- Adapta al progreso técnico la ITCMIBT044. Orden 221195 (B.O.E. 41295).
- Estatuto de los Trabajadores.
- OCCM 1992 Ayuntamiento de Obras y Trabajos.
- Aparatos para obras:
 - Grúas
 - Reglamentos de Aparatos de Elevación y Manutención de los Mismos. R.D. 2.291/85 de 8 de noviembre de 1985 (B.O.E.111285).
 - Instrucción Técnica Complementaria MIEAEM2 del

Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención en lo referente a Grúas-torre desmontables para las obras, aprobada por orden de 28 de junio de 1988 (B.O.E. 7788) y modificada por orden de 16 de abril de 1990 (B.O.E. 24490).

- Máquinas:
 - Reglamento de seguridad en las máquinas. R.D. 1.495/86 de 26 de mayo de 1986 (B.O.E. 21786), modificado por el R.D. 830/91 de 24 de mayo de 1991 (B.O.E. 31591).
 - Aplicación de la Directiva del Consejo 89392CEE. R.D. 1.435/92 de 27 de noviembre de 1992 (B.O.E. 111292), relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

➤ Legislación, Reglamentos de maquinaria:

- R.D. 1436/92 de 27 de noviembre.
- Directivas 89/391/CEE, 92/85/CEE, 94/33/CEE i 91/383/CEE relativas a la aplicación de las medidas para promover la mejora de la seguridad y la salud de los trabajadores, a la protección de la maternidad y de los jóvenes y al tratamiento de las relaciones de trabajadores temporales.
- Convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo, sobre seguridad y salud de los trabajadores.
- Resto de disposiciones oficiales relativas a seguridad, higiene y medicina en el trabajo que afecten a los trabajos que se han de realizar.

2. CONDICIONES GENERALES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

2.1.INICIO DE LAS OBRAS

- Antes del inicio de las obras se tienen que supervisar las piezas y elementos de protección personal o colectiva. Todos los elementos de protección personal se ajustarán a las normas de homologación del Ministerio de Trabajo (O.M.17.5.74). También se mantendrán limpias las áreas de trabajo e incluso si se tienen que producir excavaciones, regarlas ligeramente para evitar la producción de polvo. Cuando se realicen trabajos nocturnos, la iluminación será de la orden de 120 lux en las zonas de trabajo y de 10 lux en el resto.
- Se tienen que señalar todos los obstáculos, indicando claramente sus características como la tensión de una línea eléctrica, conducciones de gases, etc., e instruir convenientemente a los operarios. Se advertirá al personal que utilice la maquinaria de la presencia de líneas eléctricas y que en ningún caso podrá acercarse con ningún elemento de las máquinas a menos de 3 m (si la línea es superior a los 20.000 voltios la distancia mínima será de 5 m).

2.2.PROTECCIONES PERSONALES

- Todas las piezas de protección individual de los operarios o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, rechazándose en su finalización.
- Todo elemento de protección personal se ajustará a normas Técnicas Reglamentarias MT, de homologación del Ministerio de Trabajo (O.M.17.5.74), siempre que exista esta Norma.
- En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, será de calidad adecuada a las prestaciones respectivas que se les pide por lo que se solicitará al fabricante un informe de los ensayos realizados.
- Cuando por circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada pieza o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

- Toda pieza o equipo de protección que haya sufrido trato límite, es decir, el máximo por lo que fue concebido, por ejemplo por un accidente, será rechazado y repuesto al momento.
- Aquellas piezas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas al momento.
- Toda pieza o equipo de protección individual, y todo elemento de protección colectiva, estará adecuadamente concebido y suficientemente acabado para que su uso nunca represente un riesgo o daño en sí mismo.
- El personal de obra tendrá que ser instruido sobre la utilización de cada una de las piezas de protección individual que se le proporcione. En el caso concreto del cinturón de seguridad, será perceptivo que la Dirección Técnica de la obra proporcione al operario el punto de anclaje, o en su defecto, las instrucciones concretas para la instalación previa del mismo.

2.3.PROTECCIONES COLECTIVAS

- El área de trabajo ha de mantenerse libre de obstáculos, y el movimiento del personal en la obra tiene que quedar previsto estableciendo itinerarios obligatorios.
- Se señalizarán y protegerán las líneas y conducciones aéreas que puedan ser afectadas por los movimientos de las máquinas y vehículos. Sin embargo, se señalizarán y balizarán los accesos y recorridos de vehículos, así como los desniveles existentes a la obra.
- Las medidas de protección de zonas o puntos peligrosos serán, entre otros, las siguientes:
 - Vallas de cierre.
 - La protección de todo el recinto de la obra se realizará mediante vallas autónomas de limitación y protección.
 - Estas vallas se situarán al límite de la parcela tal como se indica a los Planos y entre otros reunirán las siguientes condiciones:
 - Tendrán 2 metros de altura.
 - Dispondrán de puerta de acceso para vehículos de 4 metros de ancho y puerta independiente de acceso de personal.

- La valla se realizará a base de pies de madera y trillado metálico electrosoldado.
- Ésta tendrá que mantenerse hasta la conclusión de las obras o su sustitución por el cerrado definitivo.
- Barandillas y vallas para la protección y limitación de zonas peligrosas. Tendrán una altura de al menos 90 cm y estarán construidas de tubos redondos o metálicos de rigidez suficiente.
- Topes para vehículos en los alrededores de desniveles, o a zonas de descarga posterior o circulación marcha atrás delimitando el final de la misma.
- Señales. Todas las señales tendrán que tener la dimensión y colores reglamentarios por el Ministerio de Fomento.
- Los cables de sujeción del cinturón de seguridad y sus anclajes tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueden ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Las plataformas de trabajo tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas además de 2 metros del suelo estarán dotadas de barandillas de 90 cm de altura, listón intermedio y rodapié.
- Las escaleras de mano tendrán que ir provistas de zapatos antideslizantes.
- Todas las transmisiones mecánicas tendrán que quedar señalizadas de forma eficiente de manera que se eviten posibles accidentes.
- Todas las herramientas tendrán que estar en buen estado de uso ajustándose a su cometido.
- Ningún vehículo irá sobrecargado. Toda maquinaria de obra, vehículos de transporte y maquinaria pesada de vía, estarán pintados con colores vivos y tendrán los equipos de seguridad reglamentarios en buenas condiciones de funcionamiento.
- Para su mejor control tendrán que llevar bien visibles placas donde se especifiquen la tara y la carga máxima, el peso máximo por eje y la presión.

3. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA

- Conforme marca el CAPÍTULO VI, art. 41, de la Ley 10/11/1995 B.O.E. 269, los fabricantes tendrán que suministrar información sobre la correcta utilización, medidas preventivas y riesgos laborales que comporten su uso normal, así como la manipulación inadecuada.
- Las máquinas con ubicación fija a la obra, como las grúas torre y hormigoneras, serán instaladas por personal competente y debidamente autorizado
- El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo de tal personal, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante de las máquinas.
- Las operaciones de instalación y mantenimiento tendrán que registrarse documentalmente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. En caso de no existir estos libros para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización, tendrán que ser revisadas con profundidad por el personal competente, asignándose el mencionado libro de registro de incidencias.
- Especial atención requerirá la instalación de las grúas torre, cuyo montaje se realizará por personal autorizado que emitirá el correspondiente certificado de puesta en marcha de la grúa", siendo de aplicación la Orden de 28 de junio de 1998 o Instrucción Técnica Complementaria MIEAEM2 del Reglamento de aparatos elevadores en lo referente a grúas torre para obras.
- Las máquinas con ubicación variable, tal como circular, vibrador, soldadura, etc., tendrán que ser revisadas por personal experto antes de su uso en la obra, quedando a cargo de la Dirección Técnica de la obra con la ayuda del Servicio de Prevención, la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.
- El personal encargado del uso de las máquinas utilizadas en la obra tendrá que estar debidamente autorizado por parte de la Dirección Técnica de la obra, que le proporcionará las instrucciones concretas de uso.

4. CONDICIONES TÉCNICAS DE PRODUCTOS Y SUBSTANCIAS QUÍMICAS UTILIZADOS EN OBRA

Los productos, sustancias químicas de utilización en el trabajo, están obligadas a estar envasadas y etiquetadas de manera que permita su conservación y manipulación en condiciones de seguridad, identificándose su contenido.

5. CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.1.PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD PARA LA CORRIENTE ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

No se tiene que olvidar de que está demostrado, estadísticamente, que el mayor número de accidentes eléctricos se producen por la corriente alterna de baja tensión. Por eso, los operarios se protegerán de la corriente de baja tensión con los siguientes medios:

- No acercándose a ningún elemento de baja tensión, manteniéndose a una distancia de 0,50 m, si no es con las protecciones adecuadas, gafas de protección, casco, guantes aislantes y herramientas precisamente protegidas para trabajar a baja tensión. Mientras que el contratista adjudicatario averigua, oficial y exactamente la tensión a que está sometida, se obligará, con señalización adecuada, a los operarios y las herramientas por ellos utilizadas, a mantenerse a una distancia no menor de 4 m.
- En caso que la obra sea interferida por una línea de baja tensión, y no se pudiera retirar ésta, se montarán los correspondientes pórticos de protección manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 0,50 m.
- Las protecciones contra contactos indirectos se alcanzarán combinando adecuadamente las Instrucciones Técnicas Complementarias MI BT. 039, 021y 044 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (esta última citada se corresponde con la norma UN 20383-75).
- Se combina, a la suma, la toma del suelo de todas las masas posibles con los

interruptores diferenciales, de manera que en el ambiente exterior de la obra, posiblemente húmedo en ocasiones, ninguna masa coja nunca una tensión igual o superior a 24 V.

- La tierra se obtiene mediante un o más fregaderos de acero recubierto de coger, de diámetro mínimo 14 mm y longitud mínima de 2 m. En el caso de varias picas, la distancia entre éstas será como mínimo vez y media la longitud, y siempre sus jefes quedarán a 50 cm por debajo del suelo. Si son varios, estarán unidas en paralelo. El conductor será coger de 35 mm² de sección. La toma del suelo así obtenida tendrá una resistencia inferior a los 20 ohmios. Se conectará a las tomas del suelo de todos los cuadros generales de la obra de baja tensión. Todas las masas posibles tendrán que quedar conectadas a tierra.
- Todas las salidas del alumbrado, de los cuadros generales de la obra de baja tensión, estarán dotadas con un interruptor diferencial de 30 mA de sensibilidad. La toma del suelo se volverá a medir en la época más seca del año.

5.2.PRESCRIPCIONES DE SEGURIDAD PARA LA CORRIENTE ALTERNA DE ALTA TENSIÓN.

Dada la suma gravedad que case siempre supone un accidente con corriente eléctrica de alta tensión, siempre que un elemento con alta tensión intervenga, o como aparte de la obra, o se interfiera con ella, el contratista adjudicatario queda obligado a enterarse oficial y exactamente de la tensión. Por eso se dirigirá a la compañía distribuidora de electricidad o a la entidad propietaria del elemento con tensión.

En función de la tensión averiguada, se concederán distancias mínimas de seguridad, para los trabajadores a la proximidad de instalaciones con tensión, medidas entre el punto más próximo con tensión y cualquier parte extrema del cuerpo del operario o de las herramientas por él utilizadas, que serán las que siguen:

- Tensiones desde 1 kV hasta 18 kV 0,50 m
- Tensiones mayores de 18 kV hasta 35 kV 0,70 m

- Tensiones mayores de 35 kV hasta 80 kV 1,30 m
- Tensiones mayores de 80 kV hasta 140 kV 2,00 m
- Tensiones mayores de 140 kV hasta 250 kV 3,00 m
- Tensiones mayores de 250 kV 4,00 m

En caso que la obra sea interferida por una línea de alta tensión, se montarán los pórticos de protección, manteniéndose el dintel del pórtico en todas las direcciones a una distancia mínima de los conductores de 4 m. Si esta distancia de 4 m no permitiera mantener por debajo del dintel el paso de vehículos y de operarios, se mirará la tabla anteriormente dada. Por ejemplo, para el caso de que se tenga que cruzar por debajo de la catenaria, la distancia media en todas las direcciones, y más desfavorable, del dintel en los conductores de contacto, no será inferior a 0,50 m. Se fijará el dintel, manteniéndose los mínimos mencionados, la más baja posible, pero de manera que permita el paso de vehículos de obra. Los trabajos en instalaciones de alta tensión se realizarán, siempre, por personal especializado, y al menos por dos personas para poderse auxiliar. Se adoptarán las precauciones que siguen:

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la inmovilidad de su cierre intempestivo.
- Enclave o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner en tierra y cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas delimitando la zona de trabajo.

En trabajos y maniobras en seccionadores e interruptores, se seguirán las siguientes normas:

- Para el aislamiento del personal se utilizarán los siguientes elementos:
 - Percha aislante.
 - Guantes aislantes.
 - Banquillo aislante.
- Si los aparatos de corte se accionan mecánicamente, se adoptarán precauciones para evitar su funcionamiento intempestivo.

- En los mandos de los aparatos de corte, se colocarán letreros que indiquen, cuando proceda, que no pueden maniobrarse.

En trabajos y maniobras en transformadores, se actuará como sigue:

- Lo secundario del transformador tendrá que estar siempre cerrado en cortocircuito, teniendo cuidado que nunca quede abierto.
- Si se manipulan aceites se tendrá que tener a mano los elementos de extinción. Si el trabajo es en celda, con instalación fija contra incendios, estará dispuesta para su accionamiento manual. Cuando el trabajo se efectúe en el propio transformador, estará bloqueada para evitar que su funcionamiento imprevisto pueda ocasionar accidentes a los trabajadores situados en su caja.

Un golpe separado el condensador o una batería de condensadores estáticos de su fuente de alimentación mediante corte visible, antes de trabajar en ellos, habrán de ponerse en cortocircuito y al suelo, esperando el necesario para su descarga.

En los alternadores, motores sin cronos, dinamos y motores eléctricos, antes de manipular en el interior de una máquina se comprobará el siguiente:

- Que la máquina esté parada.
- Que los bornes de salida estén en cortocircuito en el suelo.
- Que la protección contra los incendios esté bloqueada.
- Que estén retirados los fusibles de alimentación del rotor, cuando éste mantenga una tensión permanente en la máquina.
- Que la atmósfera no sea inflamable o explosiva.

Quedará prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas de una instalación de alta tensión antes de dejar sin tensión los conductores y aparatos contenidos en ellas. Recíprocamente, se prohíbe dar tensión sin cargarla previamente con el resguardo de protección.

Sólo se establecerá el servicio de una instalación eléctrica de alta tensión, cuando se tenga la completa seguridad de qué no quede nadie trabajando.

Las operaciones que conducen a la puesta en funcionamiento se harán en la orden siguiente:

- En el puesto de trabajo, se retirarán las tomas a tierra y el material de protección complementario, y el jefe del trabajo, después del último reconocimiento, dará aviso de que el mismo ha acabado.
- En el origen de la alimentación, recibimiento la comunicación que se ha acabado el trabajo, se retirará el material de señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra.

Cuándo por necesidades de la obra sea preciso montar equipos de alta tensión, como la línea de alta tensión y transformador de potencia, necesitando darles tensión, se pondrá el debido cuidado al cumplir el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y especialmente sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIERAT 09 y 013.

6. PRESCRIPCIONES DE EXTINTORES

- Los extintores esmaltados en color rojo, llevarán soporte para su anclaje y estarán dotados con un manómetro. La simple observación de la presión del manómetro permitirá comprobar el estado de su carga. Se revisarán periódicamente, al menos una vez cada seis meses.
- El recipiente del extintor cumplirá el Reglamento de Aparatos a Presión, Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril de 1979 (B.O.E. 29.5.1979).
- Los extintores estarán visiblemente localizados en lugares donde tengan fácil acceso y estén en disposición de uso inmediato en caso de incendio. Se instalarán en lugares de paso normal de personas, manteniendo un área libre de obstáculos en torno al aparato.
- Los extintores estarán a la vista. En los puntos donde su sensibilidad quede obstaculizada, se implantará una señal que indique la localización.
- Los extintores portátiles se emplazarán sobre paramento vertical a una altura de 1,20 m medida desde el suelo en la base del extintor.

- El extintor siempre cumplirá la Instrucción Técnica Complementaria MIEAP (O.M. 31.5.1982). Por su mayor versatilidad y evitar dilataciones por titubeos, todos los extintores serán portátiles, de polvo polivalente y de 14 kg de capacidad de carga; uno de ellos se instalará en el interior de la obra, y precisamente cerca de la puerta de entrada y salida. El resto se colocarán en las casetas y barracones.
- Si existiera instalación de alta tensión, para el caso de que ésta fuera el origen de un siniestro, se emplazará cerca de la instalación con alta tensión un extintor. Éste será precisamente de dióxido de carbono, CO₂, de 14 kg de capacidad de carga.

7. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Las instalaciones provisionales de obra, destinadas al personal, se adaptarán a las siguientes especificaciones, en cumplimiento del correspondiente articulado de la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo:

7.1.VESTUARIOS Y LAVABOS

- La superficie mínima de los mismos será de 2,00 m² para cada trabajador que lo tenga que utilizar y la altura mínima del techo será de 2,30 m.
- Estarán provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales, con clavo, para guardar la ropa y el calzado.
- Dispondrán de un lavabo de agua corriente, provisto de jabón por cada 10 trabajadores o fracción de esta cifra y de un espejo de dimensiones adecuadas, por cada 10 trabajadores, así como de secadero de manos con aire caliente.
- A los trabajadores que realicen trabajos marcadamente sucios se les facilitarán los medios especiales de limpieza necesarios en cada caso.

7.2.LAVABOS

- Existirán lavabos con descarga automática de agua corriente y papel higiénico, en número de 1 por cada 10 hombres.

- Cuando los lavabos comuniquen con los puestos de trabajo, estarán completamente cerrados y tendrán ventilación al exterior, natural o forzada. Si comunican con cuartos de baño o pasadizos que tengan ventilación en el exterior, se podrá suprimir el techo de cabinas. No tendrán comunicación directa con comedores, cocinas y vestuarios.
- Las puertas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior y de una percha.
- Los inodoros y urinarios se instalarán y se conservarán en debidas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones.
- Se cuidará que las aguas residuales se alejen de las fuentes de suministro del agua de consumo.

7.3.DUCHAS

- Una ducha de agua fría y caliente por cada 10 trabajadores.
- Estarán aislados, encierros en compartimentos individuales con puertas dotadas de valla interior.
- Estarán preferentemente situadas en las cámaras vestuario y lavabos; se instalarán perchas para la ropa mientras los trabajadores se duchan.
- En trabajos sucios o tóxicos se facilitarán los medios de limpieza y asepsia necesarios.

7.4.COMEDORES

- Los comedores estarán ubicados en lugares próximos a los del trabajo separados de otros locales, y de focos insalubres o molestos, si éstos no estuvieran convenientemente aislados.
- La altura mínima del techo será de 2,60 m.
- Dispondrán de agua potable para la limpieza de utensilios y vajilla.
- Independientemente de los fregaderos, existirán unos lavabos próximos a estos locales.
- El comedor dispondrá de cocina u horno, o de algún otro sistema para el cual los trabajadores puedan calentar la comida.
- El local tendrá capacidad suficiente para todos los que lo utilicen y estará

provisto de mesas, asientos y calefacción.

- Se dispondrán de recipientes con cierre para depositar los desperdicios.

7.5.NORMAS GENERALES DE CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA

- Los suelos, paredes y techos de los vestuarios, lavabos y comedores serán continuos, lisos e impermeables, empanados en tonos claros y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos, con la frecuencia necesaria.
- Todos los elementos, tal como grifos, desagües y alcachofas de ducha, tendrán que estar siempre en perfecto estado de funcionamiento, y los armarios y bancos aptos para su utilización.
- Se prohíbe el uso de estos locales para finalidades diferentes a aquéllas para las cuales están destinados.
- Los vestuarios, lavabos y comedores se mantendrán cuidadosamente limpios, haciéndose un barrido y fregado diario con agua, realizándose una limpieza general al menos una vez por semana, preferiblemente los viernes.
- En cuanto a las comunas, se limpiarán diariamente con una solución de sotal, semanalmente en agua fuerte o producto similar, para evitar la acumulación de tobas.

8. ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD

8.1.OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

- El autor del encargo adoptará las medidas necesarias para las cuales el Estudio de Seguridad quede incluido como documento integrante del proyecto de ejecución de la obra. Este Estudio de Seguridad e Higiene será visado en el Colegio profesional correspondiente. Asimismo, abonará en la empresa constructora, previa certificación de la dirección facultativa, las partidas incluidas en el documento presupuestado del presente Plano de Seguridad. Si se implantaran elementos de la obra, éstos se abonarán igualmente a la empresa constructora previa autorización del autor del

Estudio de Seguridad.

- El Plan de Seguridad que tiene que analizar, estudiar y completar este Estudio de Seguridad, constará de los mismos apartados, así como la adopción expresa de los sistemas de producción previstos por el constructor, respetando fielmente el Pliego de Condiciones. Este Plan será sellado y formado por una persona con suficiente capacidad legal. La aprobación expresa del Plan quedará plasmada en acta firmada por el técnico que apruebe el Plan y el representante de la empresa constructora con facultades legales suficientes o por el propietario con idéntica calificación legal.
- Los equipos de protección individual cumplirán la normativa vigente; caso de no existir éstos en el mercado, se utilizarán los más adecuados bajo el criterio del Comité de Seguridad y Salud o Delegado de Prevención o Vigilante de Seguridad, con el visto y complace de la Dirección Facultativa de Seguridad.
- La empresa constructora cumplirá las estipulaciones preventivas del presente Plano de Seguridad e Higiene, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción de lo mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y trabajadores.
- La Dirección Facultativa considerará el Estudio de Seguridad como parto integrante de la ejecución de la obra. A la Dirección Facultativa le corresponde el control y supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad e Higiene, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita al Libro de Incidencias.
- Periódicamente, según el pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del presupuesto de seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la empresa constructora, de las medidas de seguridad contenidas en el Plan de Seguridad.
- Los suministradores de medios, dispositivos, máquinas y medios auxiliares, así como los subcontratistas, entregarán al cabo de obra, el cual informará a

los Delegados de Prevención y Dirección Facultativa, las normas para el montaje, desmontaje, usos y mantenimiento de los suministros y actividades; todo eso para lo que los trabajos se ejecuten con la seguridad suficiente y cumpliendo la normativa vigente.

8.2.SERVICIO DE PREVENCIÓN

El empresario tendrá que nombrar un Servicio de Prevención e Higiene en el Trabajo cumpliendo lo indicado en el artículo 30 de la Ley 31/195 de Prevención y Riesgos Laborales, que determina en el Párrafo 1 como obligación del Empresario la designación de uno o diversos trabajadores para ocuparse de las tareas de prevención de riesgos profesionales o, en su caso, constituir un Servicio de Prevención específico dentro de la empresa, o concretar el mencionado Servicio a una Entidad especializada, ajena a la misma.

Se entenderá como Servicio de Prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas con el fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados. Para el ejercicio de sus funciones, el empresario tendrá que facilitar al mencionado servicio el acceso a la información y documentación a que se refiere el apartado 3 del mencionado artículo 30 de la mencionada Ley.

Las funciones serán las indicadas en los artículos 30, 31 y 32:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de la mencionada Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.

- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.
- Será persona idónea para eso cualquier trabajador que acredite haber seguido con aprovechamiento algún curso sobre la materia y, en su defecto, el trabajador más preparado, a juzgar por la Dirección Técnica de la obra, en estas cuestiones.

8.3.SEGUROS POR RESPONSABILIDAD CIVIL Y TODO RIESGO EN LA OBRA

Será preceptivo en la obra, que los técnicos responsables dispongan de cobertura en materia de responsabilidad civil profesional. Asimismo, el contratista tiene que disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos surgidos de culpa o negligencia, imputables a lo mismo o a las personas que tenga a su cargo.

El Contratista está obligado a la contratación de un Seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la Obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

8.4.FORMACIÓN

- ☞ Todo el personal que realice su cometido en las fases de cimentación, estructura y obra de paleta en general, tendrá que realizar un curso de Seguridad e Higiene en la Construcción, en el cual se les indicarán las normas generales sobre Seguridad e Higiene que se adoptarán en la ejecución de esta obra.

Esta información tendrá que ser impartida por los Jefes de Seguridad Técnicas o cargos intermedios, recomendándose su formalización por

Instituciones tal como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mutua de Accidentes, etc.

- Por parte de la Dirección de la empresa, en colaboración con la Dirección Técnica de la obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que sean requeridas para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina.

Esta formación se complementará con las notas, que de forma continúa la Dirección Técnica de la obra pondrá en conocimiento del personal, por medio de su exposición en el tablón habilitado para esta finalidad en el vestuario de obra.

8.5.RECONOCIMIENTOS MÉDICOS

Al ingresar en la empresa constructora, todo trabajador tendrá que ser sometido a un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año, sometido a las siguientes normas:

- El reconocimiento médico será llevado a cabo por personal sanitario con formación acreditada.
- La vigilancia de la salud tan sólo se llevará a cabo si el trabajador muestra su consentimiento.
- Se respetará siempre la intimidad, dignidad de la persona y confidencialidad de su estado de salud.
- Los resultados de la vigilancia se comunicarán a los trabajadores, y no podrán ser utilizados con hasta discriminatorios.
- Sin consentimiento del trabajador, la información médica no podrá ser facilitada al empresario.

9. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD

9.1. CONSULTA DEL EMPRESARIO A LOS TRABAJADORES

Conforme marca el CAPITULO V de la Ley 10/11/1995 Artículo 33, el empresario tiene que consultar a los trabajadores la adopción de las decisiones relativas a:

- Introducción de nuevas tecnologías, con las consecuencias que llevan para la salud.
- Organización y desarrollo de actividades de protección de la salud.
- Designación de trabajadores para medidas de emergencia.
- Si la empresa tiene representantes de los trabajadores, todo lo anterior se llevará a cabo por los mismos.

9.2. DELEGACIÓN DE PREVENCIÓN

Delegados de Prevención o representantes de los trabajadores en materia de prevención, serán designados por y entre los representantes del personal, siguiendo la escala marcada por el artículo 35 CAPÍTULO V Ley 10/11/1995.

Es competencia de los Delegados de Prevención:

- Colaborar con la Dirección en la mejora de la acción preventiva de riesgos.
- Promover a los trabajadores para cooperar en la ejecución de la Normativa sobre prevención.
- Controlar el cumplimiento de la Normativa de prevención de riesgos laborales.
- Ser consultado por el empresario con carácter previo a la ejecución, sobre las decisiones a que se refiere el artículo 33 de la presente Ley.
- Acompañar a los Técnicos, Inspectores de Trabajo y Seguridad Social en las visitas.
- Ejercer una labor de vigilancia y control sobre el cumplimiento de la Normativa de Prevención de Riesgos Laborales.
- Recibir información sobre las inspecciones realizadas por Órganos u Organismos competentes.

- La información recibida estará sujeta a lo dispuesto en el apartado 2 del artículo 65 del Estatuto de los Trabajadores en cuanto al secreto profesional.
- El tiempo dedicado a la formación será considerado como tiempo de trabajo a todos los efectos y su coste no podrá recaer en ningún caso sobre los Delegados de Prevención.

9.3.COMITÉS DE SEGURIDAD Y SALUD

- La empresa constructora procurará que por parte de los trabajadores se constituya el Comité de Seguridad o Delegados de Prevención, cuando se produzcan las condiciones previstas en la Ley 32/95 con las competencias y facultades determinadas por la legislación vigente.
- Se constituirán si la empresa tiene 50 o más trabajadores.
- Participará en la elaboración, puesta en práctica y evaluación de programas de prevención.
- Propondrá iniciativas sobre métodos y procedimientos para la eficacia en la prevención.
- En el ejercicio de sus competencias, el Comité de Seguridad y Salud estará facultado para conocer los daños producidos en la salud de los trabajadores para valorar sus causas y proponer las medidas preventivas oportunas.

10. NORMAS PARA LA CERTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD

- Una vez al mes, la constructora extenderá la valoración de las partidas que, en materia de Seguridad, se hubieran realizado en la obra. La valoración se hará conforme al Plan y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad. Esta valoración será visada y aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.
- El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se harán conforme se estipule en el contrato de obra.
- Se tendrán en cuenta a la hora de redactar el presupuesto de este Estudio o Plan, sólo las partidas que intervienen como medidas de Seguridad e

Higiene, haciendo omisión de medios auxiliares, sin los cuales la obra no se podría realizar.

- En caso de ejecutar en obra unidades NO previstas en el presente presupuesto, serán definidos total y correctamente las mismas y se los adjudicará el precio correspondiente procediéndose a su abono, tal como se indica en los apartados anteriores.
- En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación del técnico autor del Estudio de Seguridad.

11. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad e Higiene adaptando este Estudio a los medios y métodos de ejecución.

12. ÍNDICES DE CONTROL

En esta obra se llevarán obligatoriamente los índices siguientes:

- INDICE DE INCIDENCIA

Definición: Número de accidentes con baja sucedidos por cada 100 trabajadores.

$$I.I = \frac{n^{\circ} \text{ accidentes con baja}}{n^{\circ} \text{ trabajadores}} \cdot 100$$

- INDICE DE FRECUENCIA

Definición: Número de accidentes con baja sucedidos por cada millón de horas trabajadas.

$$I.F = \frac{n^{\circ} \text{ accidentes con baja}}{n^{\circ} \text{ horas trabajadas}} \cdot 100$$

➤ INDICE DE GRAVEDAD

Definición: Número de jornadas perdidas con baja sucedidas por cada mil horas trabajadas.

$$I.G = \frac{n^{\circ} \text{ jornadas perdidas por accidentes con baja}}{n^{\circ} \text{ horas trabajadas}} \cdot 1000$$

➤ DURACIÓN MEDIA DE INCAPACIDAD

Definición: Número de jornadas perdidas por accidente con baja.

$$D.M.I = \frac{n^{\circ} \text{ jornadas perdidas por accidentes con baja}}{n^{\circ} \text{ accidentes con baja}}$$

13. PARTE DE ACCIDENTE Y DEFICIENCIAS

Respetándose cualquier modelo normalizado que pudiera ser de uso normal en la práctica del contratista, los partes de accidente y deficiencias observadas recogerán como mínimo los siguientes datos con una tabulación ordenada:

➤ Parte de accidente:

- Identificación de la obra.
- Día, mes y año en que se ha producido el accidente.
- Hora de producción del accidente.
- Nombre del accidentado.
- Categoría profesional y oficio del accidentado.
- Domicilio del accidentado.
- Sitio (zona de obra) en el que se produjo el accidente.
- Causas del accidente.
- Importancia aparente del accidente.
- Posible especificación sobre errores humanos.
- Lugar, persona y forma de producirse el primer cuidado (médico practicante, socorrista, personal de obra).
- Sitio de traslado para hospitalización.

- Testigos del accidente (verificación nominal y versiones de los mismos).
- Como complemento de este parte, se emitirá un informe que contenga:
 - ¿Cómo se hubiera podido evitar?
 - Órdenes inmediatas a ejecutar.
- Parte de deficiencias:
 - Identificación de la obra.
 - Fecha en que se ha producido la observación.
 - Lugar (zona de obra) en el cual se ha hecho la observación.
 - Informe sobre la deficiencia observada.
 - Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

14. ESTADÍSTICAS

- Los partes de deficiencias se dispondrán debidamente ordenados por fechas desde el origen de la obra hasta su terminación, y se complementarán con las observaciones hechas por el Comité de Seguridad y Salud o Delegación de Prevención y las normas ejecutivas para arreglar las anomalías observadas.
- Los partes de accidente, si los hubiera, se dispondrán de la misma manera que los partes de deficiencias.

La autora de este proyecto



Elisa Romero Pascual

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 13

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PRESUPUESTO

MEDICIONES

Fecha: 15/04/14

Pág.: 1

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 01 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN
1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE-EN 812
			MEDICIÓN DIRECTA 65,000
2	H1421110	u	Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE-EN 167 i UNE-EN 168
			MEDICIÓN DIRECTA 195,000
3	H1432012	u	Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelleres antisoroll, homologat segons UNE-EN 352-1 i UNE-EN 458
			MEDICIÓN DIRECTA 50,000
4	H1431101	u	Protector auditiu de tap d'escuma, homologat segons UNE-EN 352-2 i UNE-EN 458
			MEDICIÓN DIRECTA 12,000
5	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE-EN 140
			MEDICIÓN DIRECTA 280,000
6	H1457520	u	Parella de guants aïllants del fred i absorbents de les vibracions, de PVC sobre suport d'escuma de poliuretà, folrats interiorment amb teixit hidròfug reversible, amb maniguets fins a mig avantbraç, homologats segons UNE-EN 511 i UNE-EN 420
			MEDICIÓN DIRECTA 30,000
7	H145C002	u	Parella de guants de protecció contra riscos mecànics comuns de construcció nivell 3, homologats segons UNE-EN 388 i UNE-EN 420
			MEDICIÓN DIRECTA 240,000
8	H1461110	u	Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347
			MEDICIÓN DIRECTA 60,000
9	H1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial per a treballs de construcció en general, resistent a la humitat, de pell rectificada, amb turmellera encoixinada, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347
			MEDICIÓN DIRECTA 60,000
10	H1481343	u	Granota de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE-EN 340
			MEDICIÓN DIRECTA 60,000

MEDICIONES

Fecha: 15/04/14

Pág.: 2

11	H1485140	u	Armilla de treball, de polièster embuatada amb material aïllant
			MEDICIÓN DIRECTA 40,000
12	H1485670	u	Armilla salvavides amb material flotant, de niló
			MEDICIÓN DIRECTA 40,000
13	H1487350	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE-EN 340
			MEDICIÓN DIRECTA 90,000
14	H1482320	u	Camisa de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, homologada segons UNE-EN 340
			MEDICIÓN DIRECTA 60,000
15	H14FU010	u	Aro salvavides homologat IMO-SOLAS de 75 cm de diàmetre exterior amb quatre bandes reflectants, cap de 30 m de 8 mm de diàmetre flotant, amb suport fixat mecànicament
			MEDICIÓN DIRECTA 15,000

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 02 SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN
1	HBBA005	u	Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45°, en color vermell, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 12,000
2	HBBA0115	u	Senyal de obligació, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons blau, de forma circular amb cantells en color blanc, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 12,000
3	HBBA005	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 8,000
4	HBBA004	u	Senyal d'advertència, normalitzada amb pictograma negre sobre fons groc, de forma triangular amb el cantell negre, costat major 41 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 8,000
5	H15Z1001	h	Brigada de seguretat per a manteniment i reposició de les proteccions
			MEDICIÓN DIRECTA 150,000

MEDICIONES

Fecha: 15/04/14

Pág.: 3

6	HBB11111	u	Placa amb pintura reflectant triangular de 70 cm de costat, per a senyals de trànsit, fixada i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 4,000
7	HBB21301	u	Placa amb pintura reflectant de 90x90 cm, per a senyals de trànsit, fixada i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 4,000
8	HBBAE001	u	Rètol adhesiu (MIE-RAT.10) de maniobra per a quadre o pupitre de control elèctric, adherit
			MEDICIÓN DIRECTA 4,000
9	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 5,000
OBRA	01	PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD	
CAPÍTOL	03	IMPLANTACIÓN PROVISIONAL DEL PERSONAL DE OBRA	
NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN
1	HQU1B150	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament sanitaris a obra de 3,7x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb 2 inodors, 2 dutxes, lavabo col·lectiu amb 2 aixetes i termos elèctric 50 litres
			MEDICIÓN DIRECTA 26,000
2	HQU1E170	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament de menjador a obra de 6x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb aigüera de 1 pica amb aixeta i taulell
			MEDICIÓN DIRECTA 13,000
3	HQU1D190	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per equipament de vestidors a obra de 8x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 2 punts de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial
			MEDICIÓN DIRECTA 26,000
4	HQU22301	u	Armari metàl·lic individual de doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, col·locat i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 60,000
5	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col·locat i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 12,000
6	HQU27902	u	Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones, col·locada i amb el desmuntatge inclòs

MEDICIONES

			MEDICIÓN DIRECTA	10,000
7	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col·locada i amb el desmuntatge inclòs	
			MEDICIÓN DIRECTA	2,000
8	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col·locat i amb el desmuntatge inclòs	
			MEDICIÓN DIRECTA	5,000
9	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col·locat i amb el desmuntatge inclòs	
			MEDICIÓN DIRECTA	5,000
10	HQUA2100	u	Farmaciola portàtil d'urgència, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball	
			MEDICIÓN DIRECTA	5,000
11	HQUA3100	u	Material sanitari per a assortir una farmaciola amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball	
			MEDICIÓN DIRECTA	2,000

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 04 GASTOS DE FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN
1	HQUAP000	u	Curset de primers auxilis i socorrisme
			MEDICIÓN DIRECTA 30,000
2	H16F1004	h	Informació en Seguretat i Salut per als riscos específics de l'obra
			MEDICIÓN DIRECTA 120,000

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 05 GASTOS CONTROL SALUD DEL PERSONAL

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN
1	HQUAM000	u	Reconeixement mèdic
			MEDICIÓN DIRECTA
			60,000

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 06 CERRAMIENTOS Y BALIZAMIENTOS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN
------	--------	----	-------------

MEDICIONES

Fecha: 15/04/14

Pág.: 5

1	H6452131	m	Tanca d'alçària 2 m, de planxa nervada d'acer galvanitzat, pals de tub d'acer galvanitzat col·locats cada 3 m sobre daus de formigó i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 200,000
2	H64Z1511	u	Porta de planxa nervada d'acer galvanitzat, d'amplària 5 m i d'alçària 2 m, amb bastiment de tub d'acer galvanitzat, per a tanca de planxa metàl·lica i amb el desmuntatge inclòs
			MEDICIÓN DIRECTA 2,000
3	HBD151CA	u	Balisa flotant per a senyalització marina provisional, d'acord amb les indicacions de Capitanía Marítima i de l'Autoritat Portuària, composta per boia de senyalització marina de 600 mm de diàmetre i 1100 mm d'alçària, de plàstic rígid de color groc, amb grillet de lira, cap, cadeneta de fondeig i contrapés, 2 grillets rectes, 2 morts de 60 kg i cadena d'unió entre els morts, per a seguretat i salut, preparada per a instal·lar
			MEDICIÓN DIRECTA 5,000
4	HBD151DA	u	Fondeig i retirada de balisa flotant per a senyalització provisional, d'acord amb les indicacions de Capitanía Marítima i de l'Autoritat Portuària, per a boia de 600 mm de diàmetre, incloent el transport amb mitjans marins fins al punt de fondeig, i la retirada fins al lloc d'emmagatzematge
			MEDICIÓN DIRECTA 5,000

OBRA	01	PRESSUPOST	SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL	07	PARTIDAS	ALZADAS

NUM.	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN
1	XPA00099	pa	Partida alzada para la prevención y protección contra las caídas al mar
			MEDICIÓN DIRECTA 1,000

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 15/04/14

Pág.: 1

Nº	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE-EN 812 (CINCO EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS)	5,91 €
P- 2	H1421110	u	Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE-EN 167 i UNE-EN 168 (CINCO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS)	5,97 €
P- 3	H1431101	u	Protector auditiu de tap d'escuma, homologat segons UNE-EN 352-2 i UNE-EN 458 (CERO EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS)	0,22 €
P- 4	H1432012	u	Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelles antisoroll, homologat segons UNE-EN 352-1 i UNE-EN 458 (DIECINUEVE EUROS CON DOS CÉNTIMOS)	19,02 €
P- 5	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE-EN 140 (UN EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS)	1,62 €
P- 6	H1457520	u	Parella de guants aïllants del fred i absorbents de les vibracions, de PVC sobre suport d'escuma de poliuretà, folrats interiorment amb teixit hidròfug reversible, amb maniguets fins a mig avantbraç, homologats segons UNE-EN 511 i UNE-EN 420 (ONCE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS)	11,13 €
P- 7	H145C002	u	Parella de guants de protecció contra riscos mecànics comuns de construcció nivell 3, homologats segons UNE-EN 388 i UNE-EN 420 (SEIS EUROS CON CINCO CÉNTIMOS)	6,05 €
P- 8	H1461110	u	Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347 (CINCO EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS)	5,82 €
P- 9	H1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial per a treballs de construcció en general, resistent a la humitat, de pell rectificada, amb turmellera encoixinada, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347 (VEINTITRES EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS)	23,52 €
P- 10	H1481343	u	Granota de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE-EN 340 (SESENTA EUROS)	60,00 €
P- 11	H1482320	u	Camisa de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, homologada segons UNE-EN 340 (SEIS EUROS CON TREINTA Y CUATRO CÉNTIMOS)	6,34 €
P- 12	H1485140	u	Armilla de treball, de polièster embuatada amb material aïllant (DOCE EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS)	12,80 €
P- 13	H1485670	u	Armilla salvavides amb material flotant, de niló (CUARENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS)	48,45 €
P- 14	H1487350	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE-EN 340 (CUATRO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS)	4,53 €
P- 15	H14FU010	u	Aro salvavides homologat IMO-SOLAS de 75 cm de diàmetre exterior amb quatre bandes reflectants, cap de 30 m de 8 mm de diàmetre flotant, amb suport fixat mecànicament (NOVENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS)	95,53 €
P- 16	H15Z1001	h	Brigada de seguretat per a manteniment i reposició de les proteccions (CUARENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS)	41,45 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 15/04/14

Pág.: 2

Nº	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 17	H16F1004	h	Informació en Seguretat i Salut per als riscos específics de l'obra (DIECIOCHO EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS)	18,87 €
P- 18	H6452131	m	Tanca d'alçària 2 m, de planxa nervada d'acer galvanitzat, pals de tub d'acer galvanitzat col·locats cada 3 m sobre daus de formigó i amb el desmuntatge inclòs (TREINTA Y UN EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS)	31,30 €
P- 19	H64Z1511	u	Porta de planxa nervada d'acer galvanitzat, d'amplària 5 m i d'alçària 2 m, amb bastiment de tub d'acer galvanitzat, per a tanca de planxa metàl·lica i amb el desmuntatge inclòs (DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS)	277,95 €
P- 20	HBB11111	u	Placa amb pintura reflectant triangular de 70 cm de costat, per a senyals de trànsit, fixada i amb el desmuntatge inclòs (CINCUENTA Y UN EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS)	51,15 €
P- 21	HBB21301	u	Placa amb pintura reflectant de 90x90 cm, per a senyals de trànsit, fixada i amb el desmuntatge inclòs (CIENTO VEINTISEIS EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS)	126,71 €
P- 22	HBBAA005	u	Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45°, en color vermell, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs (TREINTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS)	33,76 €
P- 23	HBBAB115	u	Senyal de obligació, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons blau, de forma circular amb cantells en color blanc, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs (TREINTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS)	32,73 €
P- 24	HBBAC005	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (VEINTISEIS EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS)	26,91 €
P- 25	HBBAE001	u	Rètol adhesiu (MIE-RAT.10) de maniobra per a quadre o pupitre de control elèctric, adherit (CINCO EUROS CON CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS)	5,52 €
P- 26	HBBAF004	u	Senyal d'advertència, normalitzada amb pictograma negre sobre fons groc, de forma triangular amb el cantell negre, costat major 41 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (CUARENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS)	41,95 €
P- 27	HBD151CA	u	Balisa flotant per a senyalització marina provisional, d'acord amb les indicacions de Capitanía Marítima i de l'Autoritat Portuària, composta per boia de senyalització marina de 600 mm de diàmetre i 1100 mm d'alçària, de plàstic rígid de color groc, amb grillet de lira, cap, cadeneta de fondeig i contrapès, 2 grillets rectes, 2 morts de 60 kg i cadena d'unió entre els morts, per a seguretat i salut, preparada per a instal·lar (MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON CINCO CÉNTIMOS)	1.383,05 €
P- 28	HBD151DA	u	Fondeig i retirada de balisa flotant per a senyalització provisional, d'acord amb les indicacions de Capitanía Marítima i de l'Autoritat Portuària, per a boia de 600 mm de diàmetre, incloent el transport amb mitjans marins fins al punt de fondeig, i la retirada fins al lloc d'emmagatzematge (SEISCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS)	668,10 €
P- 29	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs (CUARENTA Y SEIS EUROS CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS)	46,41 €
P- 30	HQU1B150	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament sanitaris a obra de 3,7x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb 2 inodors, 2 dutxes, lavabo col·lectiu amb 2 aixetes i termos elèctric 50 litres (CUARENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS)	46,75 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 15/04/14

Pág.: 3

Nº	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 31	HQU1D190	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per equipament de vestidors a obra de 8x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 2 punts de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (CUARENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS)	46,75 €
P- 32	HQU1E170	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament de menjador a obra de 6x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb aigüera de 1 pica amb aixeta i taulell (CUARENTA Y CINCO EUROS CON CINCO CÉNTIMOS)	45,05 €
P- 33	HQU22301	u	Armari metàl·lic individual de doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (CINCuenta Y SIETE EUROS CON TRES CÉNTIMOS)	57,03 €
P- 34	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (VEINTICINCO EUROS CON SEIS CÉNTIMOS)	25,06 €
P- 35	HQU27902	u	Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones, col·locada i amb el desmuntatge inclòs (VEINTINUEVE EUROS CON SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS)	29,64 €
P- 36	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col·locada i amb el desmuntatge inclòs (CIENTO DOCE EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS)	112,78 €
P- 37	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (NOVENTA EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS)	90,20 €
P- 38	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (CINCuenta Y CUATRO EUROS CON OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS)	54,82 €
P- 39	HQUA2100	u	Farmaciola portàtil d'urgència, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball (CIENTO DIECIOCHO EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS)	118,49 €
P- 40	HQUA3100	u	Material sanitari per a assortir una farmaciola amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball (SETENTA Y OCHO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS)	78,99 €
P- 41	HQUAM000	u	Reconeixement mèdic (TREINTA Y CINCO EUROS CON CINCuenta Y CINCO CÉNTIMOS)	35,55 €
P- 42	HQUAP000	u	Curset de primers auxilis i socorrisme (DOSCIENTOS DOCE EUROS)	212,00 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 1

Fecha: 15/04/14

Pág.: 4

--	--	--	--	--

La autora del proyecto

Elisa Romero Pascual

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 15/04/14

Pág.: 1

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE-EN 812	5,91 €
	B1411111		Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE-EN 812	5.91000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 2	H1421110	u	Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE-EN 167 i UNE-EN 168	5,97 €
	B1421110		Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE-EN 167 i UNE-EN 168	5.97000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 3	H1431101	u	Protector auditiu de tap d'escuma, homologat segons UNE-EN 352-2 i UNE-EN 458	0,22 €
	B1431101		Protector auditiu de tap d'escuma, homologat segons UNE-EN 352-2 i UNE-EN 458	0.22000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 4	H1432012	u	Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelles antisoroll, homologat segons UNE-EN 352-1 i UNE-EN 458	19,02 €
	B1432012		Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelles antisoroll, homologat segons UNE-EN 352-1 i UNE-EN 458	19.02000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 5	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE-EN 140	1,62 €
	B1445003		Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE-EN 140	1.62000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 6	H1457520	u	Parella de guants aïllants del fred i absorbents de les vibracions, de PVC sobre suport d'escuma de poliuretà, folrats interiorment amb teixit hidròfug reversible, amb maniguets fins a mig avantbraç, homologats segons UNE-EN 511 i UNE-EN 420	11,13 €
	B1457520		Parella de guants aïllants del fred i absorbents de les vibracions, de PVC sobre suport d'escuma de poliuretà, folrats interiorment amb teixit hidròfug reversible amb maniguets fins a mig avantbraç, homologats segons UNE-EN 511 i UNE-EN 420	11.13000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 7	H145C002	u	Parella de guants de protecció contra riscos mecànics comuns de construcció nivell 3, homologats segons UNE-EN 388 i UNE-EN 420	6,05 €
	B145C002		Parella de guants de protecció contra riscos mecànics comuns de construcció nivell 3, homologats segons UNE-EN 388 i UNE-EN 420	6.05000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 8	H1461110	u	Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347	5,82 €
	B1461110		Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347	5.82000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 9	H1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial per a treballs de construcció en general, resistents a la humitat, de pell rectificada, amb turmellera encoixinada, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347	23,52 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 15/04/14

Pág.: 2

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 10	B1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial per a treballs de construcció en general, resistents a la humitat, de pell rectificada, amb turmellera encoixinada, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347	23.52000 €
			Otros conceptos	0,00 €
	H1481343		Granota de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE-EN 340	60,00 €
	B1481343		Granota de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE-EN 340	60.00000 €
P- 11		u	Otros conceptos	0,00 €
	H1482320		Camisa de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, homologada segons UNE-EN 340	6,34 €
	B1482320		Camisa de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, homologada segons UNE-EN 340	6.34000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 12	H1485140	u	Armilla de treball, de polièster embuatada amb material aïllant	12,80 €
	B1485140		Armilla de treball, de polièster embuatada amb material aïllant	12.80000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 13	H1485670	u	Armilla salvavides amb material flotant, de niló	48,45 €
	B1485670		Armilla salvavides amb material flotant, de niló	48.45000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 14	H1487350	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE-EN 340	4,53 €
	B1487350		Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE-EN 340	4.53000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 15	H14FU010	u	Aro salvavides homologat IMO-SOLAS de 75 cm de diàmetre exterior amb quatre bandes reflectants, cap de 30 m de 8 mm de diàmetre flotant, amb suport fixat mecànicament	95,53 €
	B14FU010		Aro salvavides homologat IMO-SOLAS de 75 cm de diàmetre exterior amb quatre bandes reflectants, cap de 30 m de 8 mm de diàmetre flotant, i suport	76.76000 €
			Otros conceptos	18,77 €
P- 16	H15Z1001	h	Brigada de seguretat per a manteniment i reposició de les proteccions	41,45 €
			Otros conceptos	41,45 €
P- 17	H16F1004	h	Informació en Seguretat i Salut per als riscos específics de l'obra	18,87 €
			Otros conceptos	18,87 €
P- 18	H6452131	m	Tanca d'alçària 2 m, de planxa nervada d'acer galvanitzat, pals de tub d'acer galvanitzat col·locats cada 3 m sobre daus de formigó i amb el desmuntatge inclòs	31,30 €
	B1Z0300C		Formigó HM-20/P/20/I de consistència plàstica, grandària màxima del granulat 20 mm, amb >= 200 kg/m3 de ciment, apte per a classe d'exposició I, per a seguretat i salut	0.87585 €
	B64M2201		Planxa d'acer galvanitzat de 0,6 mm de gruix, nervada, per a tanca metàl·lica, per a seguretat i salut	15.46000 €
	B64Z2A00		Pal de tub d'acer galvanitzat, de 2 m d'alçària, per a tanca metàl·lica, per a seguretat i salut	4.45060 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 15/04/14

Pág.: 3

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
			Otros conceptos	10,51 €
P- 19	H64Z1511	u	Porta de planxa nervada d'acer galvanitzat, d'amplària 5 m i d'alçària 2 m, amb bastiment de tub d'acer galvanitzat, per a tanca de planxa metàl·lica i amb el desmuntatge inclòs	277,95 €
	B64Z1512		Porta de planxa preformada d'acer galvanitzat, d'amplària 5 m i 2 m d'alçària amb bastiment de tub d'acer galvanitzat, per a tanca de planxa metàl·lica i per a 2 usos, per a seguretat i salut	246.40000 €
			Otros conceptos	31,55 €
P- 20	HBB11111	u	Placa amb pintura reflectant triangular de 70 cm de costat, per a senyals de trànsit, fixada i amb el desmuntatge inclòs	51,15 €
	BBL11102		Placa triangular, de 70 cm, amb pintura reflectant, per a 2 usos, per a seguretat i salut	32.28000 €
			Otros conceptos	18,87 €
P- 21	HBB21301	u	Placa amb pintura reflectant de 90x90 cm, per a senyals de trànsit, fixada i amb el desmuntatge inclòs	126,71 €
	BBL1APD2		Placa informativa, de 90x90 cm, amb pintura reflectant, per a 2 usos, per a seguretat i salut	107.84000 €
			Otros conceptos	18,87 €
P- 22	HBBA005	u	Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45°, en color vermell, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs	33,76 €
	BBBA005		Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45° en color vermell, de diàmetre 29 cm, per ésser vista fins 12 m, per a seguretat i salut	5.82000 €
	BBBAD015		Cartell explicatiu del contingut de la senyal, amb llegenda indicativa de prohibició, amb el text en negre sobre fons vermell, de forma rectangular, amb el cantell negre, costat major 29 cm, per ésser vist fins 12 m, per a seguretat i salut	9.07000 €
			Otros conceptos	18,87 €
P- 23	HBBAB115	u	Senyal de obligació, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons blau, de forma circular amb cantells en color blanc, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs	32,73 €
	BBBAB115		Senyal de obligació, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons blau, de forma circular amb cantells en color blanc, de diàmetre 29 cm, per ésser vista fins 12 m, per a seguretat i salut	5.82000 €
	BBBAD025		Cartell explicatiu del contingut de la senyal, amb llegenda indicativa d'obligació, amb el text en blanc sobre fons blau, de forma rectangular, amb el cantell blanc, costat major 29 cm, per ésser vist fins 12 m, per a seguretat i salut	8.04000 €
			Otros conceptos	18,87 €
P- 24	HBBAC005	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs	26,91 €
	BBBAC005		Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ésser vista fins 12 m de distància, per a seguretat i salut	8.04000 €
			Otros conceptos	18,87 €
P- 25	HBBAE001	u	Rètol adhesiu (MIE-RAT.10) de maniobra per a quadre o pupitre de control elèctric, adherit	5,52 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 15/04/14

Pág.: 4

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 26	BBBAE001	u	Rètol adhesiu (MIE-RAT.10) de maniobra per a quadre o pupitre de control elèctric, per a seguretat i salut	5.52000 €
			Otros conceptos	0,00 €
	HBBAF004		Senyal d'advertència, normalitzada amb pictograma negre sobre fons groc, de forma triangular amb el cantell negre, costat major 41 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs	41,95 €
	BBBAD004		Cartell explicatiu del contingut de la senyal, amb llegenda indicativa d'advertència, amb el text en negre sobre fons groc, de forma rectangular, amb el cantell negre, costat major 41 cm, per ésser vist fins 12 m, per a seguretat i salut	13.31000 €
	BBBAF004		Senyal d'advertència, normalitzada amb pictograma negre sobre fons groc, de forma triangular amb el cantell negre, costat major 41 cm, per ésser vista fins 12 m, per a seguretat i salut	9.77000 €
P- 27		u	Otros conceptos	18,87 €
	HBD151CA		Balisa flotant per a senyalització marina provisional, d'acord amb les indicacions de Capitania Marítima i de l'Autoritat Portuària, composta per boia de senyalització marina de 600 mm de diàmetre i 1100 mm d'alçària, de plàstic rígida de color groc, amb grillet de lira, cap, cadeneta de fondeig i contrapès, 2 grillets rectes, 2 morts de 60 kg i cadena d'unió entre els morts, per a seguretat i salut, preparada per a instal·lar	1.383,05 €
	BBD1AJ94		Boia de senyalització marina de 600 mm de diàmetre i 1100 mm d'alçària, de plàstic rígida de color groc, amb grillet de lira, cap, cadeneta de fondeig i contrapès, 2 grillets rectes, 2 morts de 60 kg i cadena d'unió entre els morts, per a seguretat i salut	1.368.83000 €
			Otros conceptos	14,22 €
	HBD151DA		Fondeig i retirada de balisa flotant per a senyalització provisional, d'acord amb les indicacions de Capitania Marítima i de l'Autoritat Portuària, per a boia de 600 mm de diàmetre, incloent el transport amb mitjans marins fins al punt de fondeig, i la retirada fins al lloc d'emmagatzematge	668,10 €
P- 28		u	Otros conceptos	668,10 €
	HM31161J		Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs	46,41 €
	B1ZM1000		Part proporcional d'elements especials per a extintors, per a seguretat i salut	0.32000 €
	BM311611		Extintor de pols seca, de càrrega 6 kg, amb pressió incorporada, pintat, per a seguretat i salut	37.52000 €
			Otros conceptos	8,57 €
P- 30	HQU1B150	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament sanitaris a obra de 3,7x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb 2 inodors, 2 dutxes, lavabo col·lectiu amb 2 aixetes i termos elèctric 50 litres	46,75 €
	BQU1B150		Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament sanitaris a obra de 3,7x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica amb 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb 2 inodors, 2 dutxes, lavabo col·lectiu amb 2 aixetes i termos elèctric 50 litres	46.75000 €
			Otros conceptos	0,00 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 15/04/14

Pág.: 5

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 31	HQU1D190	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per equipament de vestidors a obra de 8x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 2 punts de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial	46,75 €
	BQU1D190		Lloguer de mòdul prefabricat per equipament de vestidors a obra de 8x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica amb 2 punts de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial	46.75000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 32	HQU1E170	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament de menjador a obra de 6x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb aigüera de 1 pica amb aixeta i taulell	45,05 €
	BQU1E170		Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament de menjador a obra de 6x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica amb 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb aigüera de 1 pica amb aixeta i taulell	45.05000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 33	HQU22301	u	Armari metàl·lic individual de doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, col·locat i amb el desmuntatge inclòs	57,03 €
	BQU22303		Armari metàl·lic individual amb doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, per a 3 usos, per a seguretat i salut	52.24000 €
			Otros conceptos	4,79 €
P- 34	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col·locat i amb el desmuntatge inclòs	25,06 €
	BQU25700		Banc de fusta de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones per a 4 usos, per a seguretat i salut	22.19250 €
			Otros conceptos	2,87 €
P- 35	HQU27902	u	Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones, col·locada i amb el desmuntatge inclòs	29,64 €
	BQU27900		Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones per a 4 usos, per a seguretat i salut	22.93750 €
			Otros conceptos	6,70 €
P- 36	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col·locada i amb el desmuntatge inclòs	112,78 €
	BQU2AF02		Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, per a 2 usos, per a seguretat i salut	106.08000 €
			Otros conceptos	6,70 €
P- 37	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col·locat i amb el desmuntatge inclòs	90,20 €
	BQU2E002		Forn microones, per a 2 usos, per a seguretat i salut	89.24000 €
			Otros conceptos	0,96 €
P- 38	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col·locat i amb el desmuntatge inclòs	54,82 €

CUADRO DE PRECIOS NÚMERO 2

Fecha: 15/04/14

Pág.: 6

NÚMERO	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
P- 39	BQU2GF00	u	Recipient per a recollida d'escombraries de 100 l de capacitat, per a seguretat i salut	52.91000 €
			Otros conceptos	1,91 €
	HQUA2100		Farmaciola portàtil d'urgència, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball	118,49 €
	BQUA2100		Farmaciola portàtil d'urgència, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball	118.49000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 40	HQUA3100	u	Material sanitari per a assortir una farmaciola amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball	78,99 €
	BQUA3100		Material sanitari per a assortir una farmaciola, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball	78.99000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 41	HQUAM000	u	Reconeixement mèdic	35,55 €
	BQUAM000		Reconeixement mèdic	35.55000 €
			Otros conceptos	0,00 €
P- 42	HQUAP000	u	Curset de primers auxilis i socorrisme	212,00 €
	BQUAP000		Curset de primers auxilis i socorrisme	212.00000 €
			Otros conceptos	0,00 €

La autora del proyecto

Elisa Romero Pascual

PRESUPUESTO

Fecha: 15/04/14

Pág.: 1

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 01 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	H1411111	u	Casc de seguretat per a ús normal, contra cops, de polietilè amb un pes màxim de 400 g, homologat segons UNE-EN 812 (P - 1)	5,91	65,000	384,15
2	H1421110	u	Ulleres de seguretat antiimpactes estàndard, amb muntura universal, amb visor transparent i tractament contra l'entelament, homologades segons UNE-EN 167 i UNE-EN 168 (P - 2)	5,97	195,000	1.164,15
3	H1432012	u	Protector auditiu d'auricular, acoblat al cap amb arnès i orelleres antisoroll, homologat segons UNE-EN 352-1 i UNE-EN 458 (P - 4)	19,02	50,000	951,00
4	H1431101	u	Protector auditiu de tap d'escuma, homologat segons UNE-EN 352-2 i UNE-EN 458 (P - 3)	0,22	12,000	2,64
5	H1445003	u	Mascareta de protecció respiratòria, homologada segons UNE-EN 140 (P - 5)	1,62	280,000	453,60
6	H1457520	u	Parella de guants aïllants del fred i absorbents de les vibracions, de PVC sobre suport d'escuma de poliuretà, folrats interiorment amb teixit hidròfug reversible, amb maniguets fins a mig avantbraç, homologats segons UNE-EN 511 i UNE-EN 420 (P - 6)	11,13	30,000	333,90
7	H145C002	u	Parella de guants de protecció contra riscos mecànics comuns de construcció nivell 3, homologats segons UNE-EN 388 i UNE-EN 420 (P - 7)	6,05	240,000	1.452,00
8	H1461110	u	Parella de botes d'aigua de PVC de canya alta, amb sola antilliscant i folrades de niló rentable, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347 (P - 8)	5,82	60,000	349,20
9	H1465275	u	Parella de botes baixes de seguretat industrial per a treballs de construcció en general, resistents a la humitat, de pell rectificada, amb turmellera encoixinada, amb puntera metàl·lica, sola antilliscant, falca amortidora d'impactes al taló i sense plantilla metàl·lica, homologades segons UNE-EN ISO 20344, UNE-EN ISO 20345, UNE-EN ISO 20346 i UNE-EN ISO 20347 (P - 9)	23,52	60,000	1.411,20
10	H1481343	u	Granota de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, trama 240, amb butxaques interiors i tires reflectants, homologada segons UNE-EN 340 (P - 10)	60,00	60,000	3.600,00
11	H1485140	u	Armill de treball, de polièster embuatada amb material aïllant (P - 12)	12,80	40,000	512,00
12	H1485670	u	Armill salvavides amb material flotant, de niló (P - 13)	48,45	40,000	1.938,00
13	H1487350	u	Impermeable amb jaqueta, caputxa i pantalons, per a edificació, de PVC soldat de 0,3 mm de gruix, homologat segons UNE-EN 340 (P - 14)	4,53	90,000	407,70
14	H1482320	u	Camisa de treball per a construcció d'obres lineals en servei, de polièster i cotó (65%-35%), color groc, homologada segons UNE-EN 340 (P - 11)	6,34	60,000	380,40
15	H14FU010	u	Aro salvavides homologat IMO-SOLAS de 75 cm de diàmetre exterior amb quatre bandes reflectants, cap de 30 m de 8 mm de diàmetre flotant, amb suport fixat mecànicament (P - 15)	95,53	15,000	1.432,95
TOTAL CAPÍTOL			01.01			14.772,89

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 15/04/14

Pág.: 2

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 02 SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	HBBA005	u	Senyal de prohibició, normalitzada amb pictograma negre sobre fons blanc, de forma circular amb cantells i banda transversal descendent d'esquerra a dreta a 45°, en color vermell, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 22)	33,76	12,000	405,12
2	HBBA115	u	Senyal de obligació, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons blau, de forma circular amb cantells en color blanc, diàmetre 29 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 23)	32,73	12,000	392,76
3	HBBA005	u	Senyal indicativa de la ubicació d'equips d'extinció d'incendis, normalitzada amb pictograma blanc sobre fons vermell, de forma rectangular o quadrada, costat major 29 cm, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 24)	26,91	8,000	215,28
4	HBBAF004	u	Senyal d'avertència, normalitzada amb pictograma negre sobre fons groc, de forma triangular amb el cantell negre, costat major 41 cm, amb cartell explicatiu rectangular, per ser vista fins 12 m de distància, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 26)	41,95	8,000	335,60
5	H15Z1001	h	Brigada de seguretat per a manteniment i reposició de les proteccions (P - 16)	41,45	150,000	6.217,50
6	HBB11111	u	Placa amb pintura reflectant triangular de 70 cm de costat, per a senyals de trànsit, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 20)	51,15	4,000	204,60
7	HBB21301	u	Placa amb pintura reflectant de 90x90 cm, per a senyals de trànsit, fixada i amb el desmuntatge inclòs (P - 21)	126,71	4,000	506,84
8	HBBAE001	u	Rètol adhesiu (MIE-RAT.10) de maniobra per a quadre o pupitre de control elèctric, adherit (P - 25)	5,52	4,000	22,08
9	HM31161J	u	Extintor de pols seca, de 6 kg de càrrega, amb pressió incorporada, pintat, amb suport a la paret i amb el desmuntatge inclòs (P - 29)	46,41	5,000	232,05
TOTAL CAPÍTOL			01.02			8.531,83

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 03 IMPLANTACIÓN PROVISIONAL DEL PERSONAL DE OBRA

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	HQU1B150	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament sanitaris a obra de 3,7x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb 2 inodors, 2 dutxes, lavabo col·lectiu amb 2 aixetes i termos elèctric 50 litres (P - 30)	46,75	26,000	1.215,50

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 15/04/14

Pág.: 3

2	HQU1E170	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per a equipament de menjador a obra de 6x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 1 punt de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial, i equipat amb aigüera de 1 pica amb aixeta i taulell (P - 32)	45,05	13,000	585,65
3	HQU1D190	mes	Lloguer de mòdul prefabricat per equipament de vestidors a obra de 8x2,4 m amb tancaments formats per placa de dues planxes d'acer prelacat i aïllament interior de 40mm de gruix i paviment format per tauler aglomerat hidròfug amb acabat de PVC sobre xapa galvanitzada i llana de vidre, instal·lació elèctrica 2 punts de llum, interruptor, endolls i protecció diferencial (P - 31)	46,75	26,000	1.215,50
4	HQU22301	u	Armari metàl·lic individual de doble compartiment interior, de 0,4x0,5x1,8 m, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 33)	57,03	60,000	3.421,80
5	HQU25701	u	Banc de fusta, de 3,5 m de llargària i 0,4 m d'amplària, amb capacitat per a 5 persones, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 34)	25,06	12,000	300,72
6	HQU27902	u	Taula de fusta amb tauler de melamina, de 3,5 m de llargària i 0,8 m d'amplària, amb capacitat per a 10 persones, col·locada i amb el desmuntatge inclòs (P - 35)	29,64	10,000	296,40
7	HQU2AF02	u	Nevera elèctrica, de 100 l de capacitat, col·locada i amb el desmuntatge inclòs (P - 36)	112,78	2,000	225,56
8	HQU2E001	u	Forn microones per a escalfar menjars, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 37)	90,20	5,000	451,00
9	HQU2GF01	u	Recipient per a recollida d'escombraries, de 100 l de capacitat, col·locat i amb el desmuntatge inclòs (P - 38)	54,82	5,000	274,10
10	HQUA2100	u	Farmaciola portàtil d'urgència, amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball (P - 39)	118,49	5,000	592,45
11	HQUA3100	u	Material sanitari per a assortir una farmaciola amb el contingut establert a l'ordenança general de seguretat i salut en el treball (P - 40)	78,99	2,000	157,98
TOTAL CAPÍTOL			01.03			8.736,66

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 04 GASTOS DE FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	HQUAP000	u	Curset de primers auxilis i socorrisme (P - 42)	212,00	30,000	6.360,00
2	H16F1004	h	Informació en Seguretat i Salut per als riscos específics de l'obra (P - 17)	18,87	120,000	2.264,40
TOTAL CAPÍTOL			01.04			8.624,40

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 05 GASTOS CONTROL SALUD DEL PERSONAL

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	HQUAM000	u	Reconeixement mèdic (P - 41)	35,55	60,000	2.133,00
TOTAL CAPÍTOL			01.05			2.133,00

EUR

PRESUPUESTO

Fecha: 15/04/14

Pág.: 4

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 06 CERRAMIENTOS Y BALIZAMIENTOS

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	H6452131	m	Tanca d'alçària 2 m, de planxa nervada d'acer galvanitzat, pals de tub d'acer galvanitzat col·locats cada 3 m sobre daus de formigó i amb el desmuntatge inclòs (P - 18)	31,30	200,000	6.260,00
2	H64Z1511	u	Porta de planxa nervada d'acer galvanitzat, d'amplària 5 m i d'alçària 2 m, amb bastiment de tub d'acer galvanitzat, per a tanca de planxa metàl·lica i amb el desmuntatge inclòs (P - 19)	277,95	2,000	555,90
3	HBD151CA	u	Balisa flotant per a senyalització marina provisional, d'acord amb les indicacions de Capitanía Marítima i de l'Autoritat Portuària, composta per boia de senyalització marina de 600 mm de diàmetre i 1100 mm d'alçària, de plàstic rígid de color groc, amb grillet de lira, cap, cadeneta de fondeig i contrapés, 2 grillets rectes, 2 morts de 60 kg i cadena d'unió entre els morts, per a seguretat i salut, preparada per a instal·lar (P - 27)	1.383,05	5,000	6.915,25
4	HBD151DA	u	Fondeig i retirada de balisa flotant per a senyalització provisional, d'acord amb les indicacions de Capitanía Marítima i de l'Autoritat Portuària, per a boia de 600 mm de diàmetre, incloent el transport amb mitjans marins fins al punt de fondeig, i la retirada fins al lloc d'emmagatzematge (P - 28)	668,10	5,000	3.340,50
TOTAL CAPÍTOL			01.06			17.071,65

OBRA 01 PRESSUPOST SEGURIDAD Y SALUD
CAPÍTOL 07 PARTIDAS ALZADAS

NUM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	MEDICIÓN	IMPORTE
1	XPA00099	pa	Partida alzada para la prevención y protección contra las caídas al mar (P - 0)	16.000,00	1,000	16.000,00
TOTAL CAPÍTOL			01.07			16.000,00

EUR

RESUMEN DE PRESUPUESTO

Fecha: 15/04/14

Pág.: 1

NIVEL 2: CAPÍTULO			Importe
Capítol	01.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	14.772,89
Capítol	01.02	SISTEMAS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	8.531,83
Capítol	01.03	IMPLANTACIÓN PROVISIONAL DEL PERSONAL DE OBRA	8.736,66
Capítol	01.04	GASTOS DE FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	8.624,40
Capítol	01.05	GASTOS CONTROL SALUD DEL PERSONAL	2.133,00
Capítol	01.06	CERRAMIENTOS Y BALIZAMIENTOS	17.071,65
Capítol	01.07	PARTIDAS ALZADAS	16.000,00
Obra	01	Pressupost SEGURIDAD Y SALUD	75.870,43
			75.870,43

NIVEL 1: OBRA			Importe
Obra	01	Pressupost SEGURIDAD Y SALUD	75.870,43
			75.870,43

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

Pag. 1

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	75 870.43
13 % GASTOS GENERALES SOBRE 75 870.43.....	9 863.16
6 % BENEFICIO INDUSTRIAL SOBRE 75 870.43.....	4 552.23
Subtotal	90 285.82
21 % IVA SOBRE 90 285.82.....	18 960.02
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA	€ 109 245.84

Este presupuesto de ejecución por contrato asciende a la cantidad de:

(CIENTO NUEVE MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON
OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS)

La autora del proyecto

Elisa Romero Pascual

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 14

REPORTAJE FOTOGRÁFICO

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	EL PUERTO ACTUAL.....	3

1. INTRODUCCIÓN

Se ha realizado una recopilación fotográfica del área de estudio para visualizar cuál es la situación actual del puerto de Leixões y del frente marítimo de la zona, así como su entorno, donde se enmarca el proyecto de ampliación.

Para facilitar la ubicación se muestra un croquis donde se localizan algunas de las fotografías que se han tomado y que se presentan en este reportaje.



Figura 1: Croquis localización de las fotografías

2. EL PUERTO ACTUAL



Figura 2: Vista aérea del puerto desde el municipio de Maia



Figura 3: Vista aérea del puerto desde tierra



Figura 4: Vista aérea del puerto desde el mar



Figura 5: Entrada al puerto



Figura 6: Terminal de contenedores sur



Figura 7: Terminal de contenedores sur



Figura 8: Terminal de contenedores Norte



Figura 9: Terminal de cruceros



Figura 10: Puestos de atraque B y C del Terminal de Petroleros situado en el Muelle Norte

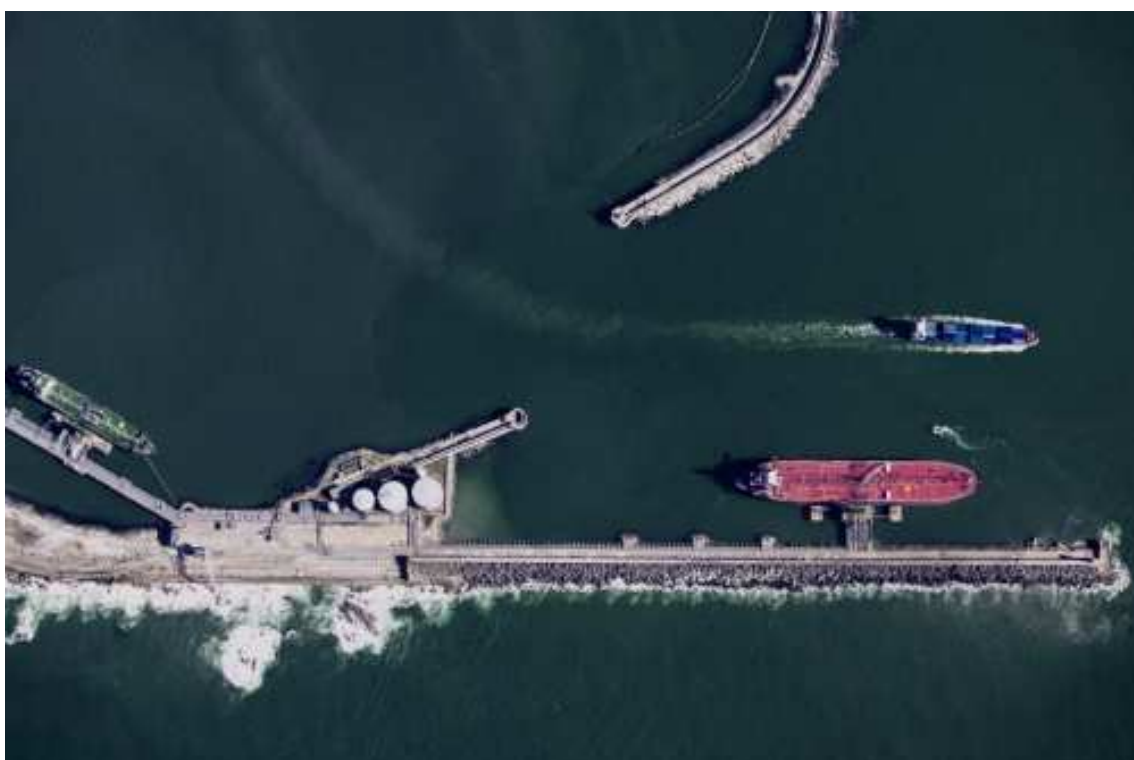


Figura 11: Puesto de atraque A Terminal de Petroleros situado en el Muelle Norte



Figura 12: Morro dique principal del puerto de Leixões



Figura 13: Vista del morro del contradique y del depósito de productos petrolíferos



Figura 14: Vista del puerto desde el dique rompeolas



Figura 15: Vista rompeolas desde la playa de Matosinhos



Figura 16: Playa de Matosinhos desde el contradique



Figura 17: Playa de Leça desde el mar



Figura 18: Playa de Leça desde el puerto

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 15

PLAN DE OBRA

ÍNDICE

1.	OBJETO	1
2.	DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	1
3.	ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO	1
3.1.	CONSIDERACIONES GENERALES	1
3.2.	TRABAJOS PREVIOS.....	1
3.3.	DEMOLICIONES	2
3.4.	CONSTRUCCIÓN DEL TRONCO DEL DIQUE EN TALUD	2
3.5.	CONSTRUCCIÓN DEL MORRO DEL DIQUE EN TALUD	3
3.6.	CONSTRUCCIÓN DEL ESPALDÓN	3
3.7.	TRABAJOS FINALES	4
4.	MAQUINARIA, FLOTA Y EQUIPOS TIPO.....	5
5.	INSTALACIONES DE OBRA	5
5.1.	PLANTA DE HORMIGÓN.....	5
5.2.	PARQUE DE BLOQUES.....	6
5.3.	CARGADEROS DE LOS GÁNGUILES	6
	APÉNDICE I.....	10

1. OBJETO

El objeto de este anejo es analizar las diferentes alternativas constructivas así como definir el tipo de equipos y medios principales a utilizar con la finalidad de determinar los rendimientos de las principales unidades de obra. Todo ello, con el fin de desarrollar un programa de obras que pueda servir para fijar los plazos de construcción.

Los procesos que se definen en el presente anejo, son aproximados y es responsabilidad del Contratista realizarlos con mayor exactitud.

El plan de obra se presenta en el Apéndice 1 del presente anejo, en forma de diagrama de Gantt, donde se incluye la duración aproximada de las principales unidades de obra a ejecutar.

2. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Las principales obras objeto del presente proyecto incluyen la ejecución de las siguientes infraestructuras.

3. ANÁLISIS DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

A continuación se describen las principales unidades de obras de las que consta el proceso constructivo del proyecto de ampliación del Puerto de Leixões para las cuales se detallan las mediciones y su proceso de ejecución.

3.2. TRABAJOS PREVIOS

En esta fase se realizan las obras de implantación de la obra. Se han de realizar según lo prescrito en el apartado de Seguridad y Salud y según las disposiciones que Puertos del estado propone, que se muestra en la figura 1.

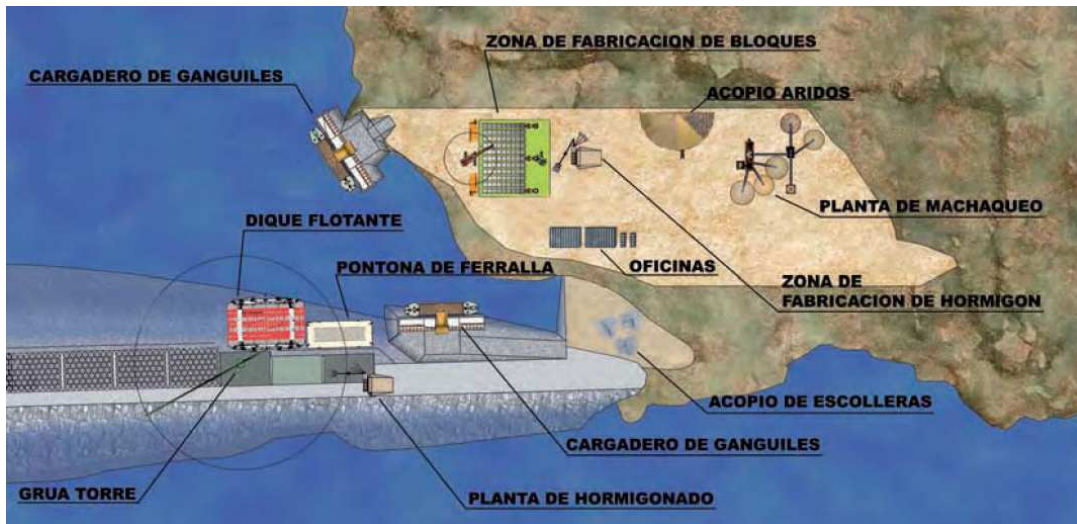


Figura 1: Disposición para instalaciones. (Fuente: Puertos del Estado)

Estas actividades consisten en:

- Actividades de delimitación de la obra (cerrado exterior) por cuestiones de seguridad.
- Adecuar el acceso a la maquinaria de obra construyendo la rampa de acceso al dique de abrigo.
- Construcción de la explanada de acopio y fabricación de los bloques de hormigón, así como la superficie destinada a taller de reparación de la maquinaria y la zona de servicios y casetas de obra.
- Instalación de las casetas y conexión a las redes de servicios.

3.3.DEMOLICIONES

Como fase de inicio de los trabajos, se procederá a la demolición de la zona del espaldón cercana al morro y se procederá a la retirada del material necesario para poder comenzar las obras de ampliación del dique de abrigo.

3.4.CONSTRUCCIÓN DEL TRONCO DEL DIQUE EN TALUD

Debido al volumen de la obra y al entorno urbano en el que localiza, se ha decidido utilizar góndolas en lugar de grúas para la colocación del material, evitando así el elevado tráfico de pesados en la ciudad durante los meses que dura la obra.

El primer paso a realizar es la fabricación de los bloques de hormigón de 108 Tn que

conforman el manto principal del dique en talud proyectado. Esta actividad se realiza con antelación debido a la lentitud del proceso y a que se deben respetar los 7 días desde el hormigonado que son necesarios para el curado del hormigón. De esta forma, cuando se empiecen a colocar habrá acopio suficiente y se evitará tener la maquinaria parada.

Los diques en talud se realizan a sección completa con el fin de llevar la obra protegida frente a los temporales. Se inicia con los vertidos marítimos hasta una cota no dañada por los temporales, se completa la sección por tierra.

Se empieza a construir el núcleo del dique en talud y las capas siguientes del manto secundario, avanzando desde el morro del dique actual hacia el extremo de la ampliación proyectada. Estas operaciones se pueden realizar simultáneamente ya que para el vertido del todo en uno se precisa de otra góndola y una retroexcavadora. A medida que vierte, se reperfilan los taludes y se deja una superficie de 6 metros en la coronación del todo en uno para que circulen los caminos y puedan traer el material de los filtros.

Una vez realizados los primeros metros es cuando se pueden empezar a colocar los bloques cúbicos de hormigón, acopiados en la zona de la playa, colocados siguiendo el mismo sentido de avance que el de las capas anteriores. Así pues, durante unos días se realiza paralelamente el hormigonado de los bloques de 108 Tn, la construcción del núcleo y filtros del tronco del dique y la colocación de los bloques cúbicos del manto principal, hasta que se termina el tronco y se pasa a ejecutar el morro.

3.5.CONSTRUCCIÓN DEL MORRO DEL DIQUE EN TALUD

Mientras se acaban de colocar los bloques de 108 Tn del manto principal del tronco, se empiezan a construir los bloques de hormigón de 163 Tn que conforman el manto principal del morro del dique de abrigo. A su vez, como el resto de las capas del tronco ya se han finalizado se sigue avanzando con las correspondientes al morro, siguiendo las secciones de los planos.

3.6.CONSTRUCCIÓN DEL ESPALDÓN

El espaldón está apoyado en el todo uno del dique, y va protegido en el lado del

mar por bloques. Su ejecución se efectúa en tongadas según las anchuras de la sección, comenzado de abajo a arriba. El hormigonado se realiza en un módulo de encofrado rodante, de 10 a 15 m de longitud y distintos alzados, en toda su altura. Los módulos de encofrados están autosustentados en unos carretones, que se desplazan mediante cabrestantes rodando la parte posterior y la inferior sobre las contiguas ya ejecutadas. Una vez movilizado el carretón hasta su nueva posición, se preparan los encofrados con su desencofrante, se hormigona, se aplica el líquido de curado, se separan los encofrados del hormigón ya curado y, de nuevo, su movilización. Para la ejecución del morro se sustituyen los carretones por encofrados adaptables a la curva de los mismos. Se hormigona desde tierra mediante sistemas de cintas con tolvas de recepción y brazo distribuidor sobre grúa ó camiones bomba. En la figura 2 se muestra un ejemplo de encofrado del espaldón.



Figura 2. Encofrado del espaldón

3.7. TRABAJOS FINALES

Una vez construido el dique en talud, se realizan los trabajos finales o medidas correctoras. Estas medidas consisten en la demolición de las dos estructuras que se

han construido en los trabajos previos, es decir, la rampa de acceso de la maquinaria al dique de abrigo y la explanada de acopio y fabricación de los bloques de hormigón.

4. MAQUINARIA, FLOTA Y EQUIPOS TIPO

Los principales equipos a utilizar en esta obra son:

Equipos marítimos

- Gánguiles para el vertido de todo en uno, colocación de escolleras y bloques

Equipos terrestres

- Plantas de machaqueo
- Plantas de hormigón para parque de bloques y espaldón
- Parque de bloques con cintas transportadoras del hormigón y pórticos para encofrados y bloques
- Grúas de colocación de bloques y escolleras
- Equipos de vertido directo

5. INSTALACIONES DE OBRA

5.1.PLANTA DE HORMIGÓN

Se montan plantas de hormigón de tipo modular, con dos amasadoras forzadas de eje horizontal.

Los áridos gruesos clasificados se acopian en una zona lo más cercana a la instalación (sobre soleras para facilitar el drenaje y con separadores entre tamaños para evitar la segregación), mediante cintas transportadoras directamente a la tolva del pórtico de amasado, alimentada por una pala cargadora.

El cemento se acopia en dos silos, con capacidad suficiente para una semana, desde donde se transporta a los silos de la planta mediante aerodeslizadores y sistema de aire a baja presión.

Las amasadoras de la planta descargan en dos depósitos con dispositivos para poder cargar camiones-hormigonera (mediante trompas), o dirigen el material a un tanque

de hormigón vibrado con capacidad de 4 m³, que dispone de una cinta de salida, directamente conectada con bombas al parque de bloques.

5.2. PARQUE DE BLOQUES

Los bloques se hormigonan normalmente en un parque rígido, en el que los puntos de fabricación son fijos. El hormigón va directamente de la planta, mediante un transportador de banda, hasta un distribuidor móvil sobre orugas, equipado con una cinta telescópica, que recorre la zona de hormigonado de los bloques.

Este distribuidor, con el que se coloca el hormigón en los moldes de los bloques, tiene gran flexibilidad de movimientos, pudiendo efectuar deslizamientos de la máquina adelante o atrás, accionamientos para extendido y plegado de la cinta, giros a derecha e izquierda, y elevaciones o descensos. Gracias a su conicidad, los encofrados de los bloques permiten el despegue sin apertura lateral, siendo solidarios de 4 en 4 o de 3 en 3 según el peso de los menores. El vibrado se efectúa por medio de 4 vibradores movidos por una retroexcavadora. El desencofrado se realiza mediante un pórtico, en tanto que el movimiento de bloques se hace con otro pórtico; batiendo toda el área de fabricación y acopio en toda su longitud.



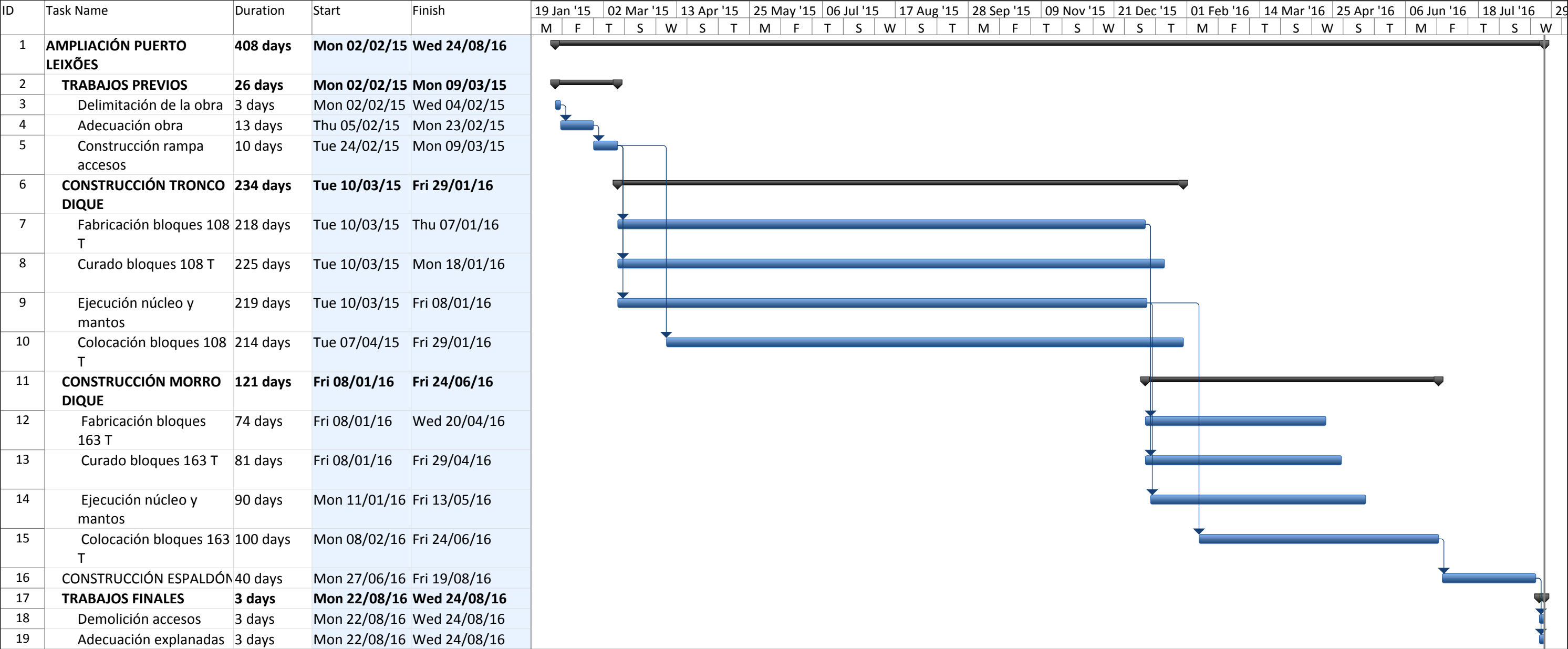
Figura 3: Parque de bloques de hormigón

5.3. CARGADEROS DE LOS GÁNGUILES

Un muro de muelle asegura el atraque de los gánguiles, para su repostaje y abrigo

de temporales dentro del puerto de servicio o existente. Los voladizos de los cargaderos de los dúmperes permiten el vertido al eje de los gánguiles de los materiales transportados. La escollera se acopia en la explanada posterior y se carga con retroexcavadora o grúa.

APÉNDICE I



PROYECTO DE AMPLIACIÓN DEL PUERTO DE LEIXÕES

ANEJO 16

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	1
2.	LISTADO DE LA JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS	1

1. INTRODUCCIÓN

La justificación de precios de este proyecto se basa en el banco de precios del Puerto de Barcelona en el año 2013, proporcionado por el ITEC, realizado con los costes de mano de obra, maquinaria y materiales de mercado.

2. LISTADO DE LA JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

A continuación se adjuntan los listados que corresponden a la justificación de precios y que se han obtenido a través del programa TCQ con el que se ha realizado el presupuesto del presente proyecto constructivo.

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 15/04/14

Pág.: 1

MANO DE OBRA

	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	A0112000	h	Jefe de cuadrilla	24,68 €
	A0121000	h	Oficial 1a	23,30 €
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	23,30 €
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	23,69 €
	A012S000	h	Submarinista	106,18 €
	A0140000	h	Peón	19,47 €
	A0150000	h	Peón especialista	20,15 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 15/04/14

Pág.: 2

MAQUINARIA

	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	C1101200	h	Compresor con dos martillos neumáticos	16,58 €
	C1105A00	h	Retroexcavadora con martillo rompedor	68,31 €
	C13113C0	h	Pala cargadora sobre cadenas de 18 a 25 t	118,58 €
	C1311440	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 15 a 20 t	86,18 €
	C13124C7	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 31 a 40 t, con pinza manipuladora de piedra	159,56 €
	C1313330	h	Retroexcavadora sobre neumáticos de 8 a 10 t	50,00 €
	C1331200	h	Motoniveladora mediana	62,96 €
	C13350C0	h	Rodillo vibratorio autopulsado, de 12 a 14 t	66,20 €
	C1501800	h	Camión para transporte de 12 t	37,34 €
	C1501900	h	Camión para transporte de 20 t	46,80 €
	C1502E00	h	Camión cisterna de 8 m3	41,32 €
	C1506U05	h	Camión góndola de 60 t	95,87 €
	C150G800	h	Grúa autopulsada de 12 t	48,98 €
	C150GBU2	h	Grúa autopulsada de 600 t	128,50 €
	C150GBU6	h	Grúa autopulsada para un momento máximo de 3000t*m	342,66 €
	C150UU20	h	Pórtico para transporte de bloques de hasta 60 t	95,57 €
	C1701100	h	Camión con bomba de hormigonar	156,75 €
	C200D000	h	Vibrador de aguja	1,33 €
	C200S000	h	Equipo y elementos auxiliares para corte oxiacetilénico	7,78 €
	C4311010	h	Ganguil autopulsado con vertido lateral de 750 m3 de capacidad.	1.051,77 €
	C431U200	h	Pontona autopulsada con grúa de 100 a 300 t de capacidad	175,45 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 15/04/14

Pág.: 3

MATERIALES

	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	B0111000	m3	Agua	1,25 €
	B0372000	m3	Zahorras artificial	18,90 €
	B044U055	t	Escollera de piedra natural para todo uno, incluido el transporte al punto de colocación.	10,07 €
	B044U145	t	Escollera de 0,20 t a 0,40 t	9,14 €
	B044U210	t	Escollera de 5,00 t a 7,00 t	9,37 €
	B064E32B	m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con ≥ 300 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+Qb	74,83 €
	B064U500	m3	Hormigón HM-30/B/40/I+Qb+E de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 40 mm, con ≥ 300 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+Qb+E.	88,03 €
	B064U600	m3	Hormigón HM-30/B/20/Ic+Qb+E de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con ≥ 300 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+Qb+E.	91,08 €
	B0DFU120	u	Parte proporcional de encofrado metálico para bloques cúbicos de 60 t	21,05 €
	B0DFU290	m2	Parte proporcional de uso de encofrado metálico para espaldón	8,76 €
	B0DZA000	l	Desencofrante	2,63 €

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 15/04/14

Pág.: 4

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 1	G214P001	m3	Derribo de obra sumergida en aguas de abrigo incluso el transporte al lugar de acopio para su uso como material de aportación reciclado	Rend.: 1.000			
						73,46 €	
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A0112000	h	Jefe de cuadrilla	0,1014 /R x	24.68000 =	2.50255	
	A0121000	h	Oficial 1a	0,1014 /R x	23.30000 =	2.36262	
	A012S000	h	Submarinista	0,2028 /R x	106.18000 =	21.53330	
	A0150000	h	Peón especialista	0,1014 /R x	20.15000 =	2.04321	
				Subtotal...		28.44168	28.44168
	Maquinaria:						
	C13113C0	h	Pala cargadora sobre cadenas de 18 a 25 t	0,1014 /R x	118.58000 =	12.02401	
	C13124C7	h	Pala excavadora giratoria sobre cadenas de 31 a 40 t, con pinza manipuladora de piedra	0,1014 /R x	159.56000 =	16.17938	
	C1501800	h	Camión para transporte de 12 t	0,1014 /R x	37.34000 =	3.78628	
	C150GBU2	h	Grúa autopropulsada de 600 t	0,1014 /R x	128.50000 =	13.02990	
				Subtotal...		45.01957	45.01957
				COSTE DIRECTO			73,46125
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			73,46125
P- 2	G214P002	m3	Derribo de estructuras de hormigón armado o en masa, con medios mecánicos o manuales, incluyendo el corte de armaduras, carga sobre camión y transporte de escombros a instalación autorizada de gestión de residuos	Rend.: 1.000			
						41,63 €	
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A0112000	h	Jefe de cuadrilla	0,0933 /R x	24.68000 =	2.30264	
	A0125000	h	Oficial 1a soldador	0,0933 /R x	23.69000 =	2.21028	
	A0150000	h	Peón especialista	0,1867 /R x	20.15000 =	3.76201	
				Subtotal...		8.27493	8.27493
	Maquinaria:						
	C1101200	h	Compresor con dos martillos neumáticos	0,1867 /R x	16.58000 =	3.09549	
	C1105A00	h	Retroexcavadora con martillo rompedor	0,1867 /R x	68.31000 =	12.75348	
	C1311440	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 15 a 20 t	0,0933 /R x	86.18000 =	8.04059	
	C1501900	h	Camión para transporte de 20 t	0,1867 /R x	46.80000 =	8.73756	
	C200S000	h	Equipo y elementos auxiliares para corte oxiacetilénico	0,0933 /R x	7.78000 =	0.72587	
				Subtotal...		33.35299	33.35299
				COSTE DIRECTO			41,62792
				DESPESES INDIRECTES	0,00%		

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO							
P- 3	G221P005	m3	Excavación de todo tipo de materiales, incluso demolición, carga y transporte de escombros a instalación autorizada de gestión de residuos.	COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			41,62792				
				Rend.: 1.000			7,00 €				
				Unidades	Precio €	Parcial	Importe				
				0,0056 /R	x 24.68000 =	0.13821					
				0,0281 /R	x 19.47000 =	0.54711					
				Subtotal...		0.68532	0.68532				
				0,0141 /R	x 68.31000 =	0.96317					
				0,0281 /R	x 50.00000 =	1.40500					
				0,0844 /R	x 46.80000 =	3.94992					
				Subtotal...		6.31809	6.31809				
				COSTE DIRECTO			7,00341				
				DESPESES INDIRECTES 0,00%							
				COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			7,00341				
				P- 4	G2HAP035	t	Formación de núcleo de diques con todo uno de cantera, suministrada por medios marítimos y/o terrestres, incluyendo reperfilado de taludes	Rend.: 1.000			13,38 €
								Unidades	Precio €	Parcial	Importe
0,002 /R	x 24.68000 =	0.04936									
0,0051 /R	x 23.30000 =	0.11883									
0,0102 /R	x 19.47000 =	0.19859									
Subtotal...		0.36678	0.36678								
0,0102 /R	x 118.58000 =	1.20952									
0,0102 /R	x 159.56000 =	1.62751									
0,0001 /R	x 1 051.77000 =	0.10518									
Subtotal...		2.94221	2.94221								
COSTE DIRECTO			13,37899								
DESPESES INDIRECTES 0,00%											
COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			13,37899								

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 5	G305P036	m3	Hormigón en espaldón de contradique, HM-30/B/20/I+Qb+E, vertido con bomba.	COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			13,37899
				Rend.: 1.000			108,74 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A0112000	h	Jefe de cuadrilla	0,0148 /R x	24.68000 =	0.36526	
	A0123000	h	Oficial 1a encofrador	0,037 /R x	23.30000 =	0.86210	
	A0140000	h	Peón	0,1481 /R x	19.47000 =	2.88351	
	A0150000	h	Peón especialista	0,037 /R x	20.15000 =	0.74555	
				Subtotal...		4.85642	4.85642
	Maquinaria:						
	C150GBU2	h	Grúa autopropulsada de 600 t	0,0074 /R x	128.50000 =	0.95090	
	C1701100	h	Camión con bomba de hormigonar	0,037 /R x	156.75000 =	5.79975	
	C200D000	h	Vibrador de aguja	0,1481 /R x	1.33000 =	0.19697	
				Subtotal...		6.94762	6.94762
	Materiales:						
	B064U600	m3	Hormigón HM-30/B/20/Ic+Qb+E de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 300 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+Qb+E.	1,020 x	91.08000 =	92.90160	
	B0DFU290	m2	Parte proporcional de uso de encofrado metálico para espaldón	0,400 x	8.76000 =	3.50400	
	B0DZA000	l	Desencofrante	0,200 x	2.63000 =	0.52600	
				Subtotal...		96.93160	96.93160
				COSTE DIRECTO			108,73564
				DESPESES INDIRECTES 0,00%			
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			108,73564	
P- 6	G3J3P011	m3	Bloque de 60 t de hormigón HM-30/B/40/I+Qb+E de forma cúbica, incluida la fabricación, curado, almacenaje y colocación por medios terrestres y/o marítimos	Rend.: 1.000			107,60 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €	Parcial	Importe
	A0112000	h	Jefe de cuadrilla	0,0156 /R x	24.68000 =	0.38501	
	A0121000	h	Oficial 1a	0,0156 /R x	23.30000 =	0.36348	
	A012S000	h	Submarinista	0,0016 /R x	106.18000 =	0.16989	
	A0140000	h	Peón	0,0313 /R x	19.47000 =	0.60941	
	A0150000	h	Peón especialista	0,0313 /R x	20.15000 =	0.63070	
				Subtotal...		2.15849	2.15849
	Maquinaria:						
	C1506U05	h	Camión góndola de 60 t	0,0469 /R x	95.87000 =	4.49630	
C150GBU6	h	Grúa autopropulsada para un momento máximo de 3000t*m	0,0156 /R x	342.66000 =	5.34550		

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 15/04/14

Pág.: 7

PARTIDAS DE OBRA

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO			
P- 7	C150UU20	h	Pórtico para transporte de bloques de hasta 60 t	0,0156 /R	x	95.57000 =	1.49089
	C200D000	h	Vibrador de aguja	0,0625 /R	x	1.33000 =	0.08313
	C431U200	h	Pontona autopropulsada con grúa de 100 a 300 t de capacidad	0,0156 /R	x	175.45000 =	2.73702

NÚM	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO				
	A0121000	h	Oficial 1a	0,0023 /R	x	23.30000 =	0.05359	
	A0140000	h	Peón	0,0023 /R	x	19.47000 =	0.04478	
	Maquinaria:			Subtotal...		0.11071	0.11071	
	C13113C0	h	Pala cargadora sobre cadenas de 18 a 25 t	0,0046 /R	x	118.58000 =	0.54547	
	C4311010	h	Ganguil autopropulsado con vertido lateral de 750 m3 de capacidad.	0,0023 /R	x	1 051.77000 =	2.41907	
	Materiales:			Subtotal...		2.96454	2.96454	
	B044U210	t	Escollera de 5,00 t a 7,00 t	1,000	x	9.37000 =	9.37000	
				Subtotal...		9.37000	9.37000	
				COSTE DIRECTO			12,44525	
				DESPESES INDIRECTES		0,00%		
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			12,44525		
P- 9	G450N000	m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb, vertido con cubilote.	Rend.: 1.000				90 , 35 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €		Parcial	Importe
	A0112000	h	Jefe de cuadrilla	0,0556 /R	x	24.68000 =	1.37221	
	A0121000	h	Oficial 1a	0,1111 /R	x	23.30000 =	2.58863	
	A0140000	h	Peón	0,2222 /R	x	19.47000 =	4.32623	
				Subtotal...		8.28707	8.28707	
	Maquinaria:							
	C150G800	h	Grúa autopropulsada de 12 t	0,1111 /R	x	48.98000 =	5.44168	
	C200D000	h	Vibrador de aguja	0,2222 /R	x	1.33000 =	0.29553	
				Subtotal...		5.73721	5.73721	
Materiales:								
B064E32B	m3	Hormigón HM-30/B/20/I+Qb de consistencia blanda, tamaño máximo del árido 20 mm, con >= 300 kg/m3 de cemento, apto para clase de exposición I+Qb	1,020	x	74.83000 =	76.32660		
			Subtotal...		76.32660	76.32660		
			COSTE DIRECTO			90,35088		
			DESPESES INDIRECTES		0,00%			
			COSTE EJECUCIÓN MATERIAL			90,35088		
P- 10	G931P005	m3	Base de zahorra artificial colocada con motoniveladora y compactado del material al 98 % del PM	Rend.: 1.000				29 , 03 €
	Mano de obra:			Unidades	Precio €		Parcial	Importe

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 15/04/14

Pág.: 9

PARTIDAS DE OBRA

[illegible]

JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Fecha: 15/04/14

PARTIDAS ALZADAS

	CÓDIGO	UM	DESCRIPCIÓN	PRECIO
	XPA000SS	PA	Partida alzada de cobro íntegro a justificar por la Seguridad y Salud en la obra, en base al Estudio y Plan de Seguridad y Salud	75.870,43 €

